



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil

**DISEÑO DEL EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA USO ESCOLAR EN CASERÍO SANTA
ROSA, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**

Carlos Humberto Chiguichón Marroquín
Asesorado por el Ing. Oscar Argueta Hernández

Guatemala, julio de 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

DISEÑO DEL EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA USO ESCOLAR EN CASERÍO SANTA ROSA, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

CARLOS HUMBERTO CHIGUICHÓN MARROQUÍN
ASESORADO POR EL ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, JULIO DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
VOCAL V	Br. Carlos Enrique Gómez Donis
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa
EXAMINADOR	Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
EXAMINADOR	Ing. Daniel Alfredo Cruz Pineda
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DISEÑO DEL EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA USO ESCOLAR EN CASERÍO SANTA ROSA, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 17 de febrero de 2015.


Carlos Humberto Chiguichón Marroquín



Guatemala, 10 de enero de 2017
Ref.EPS.DOC.03.01.17

Inga. Christa Classon de Pinto
Directora
Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Ingeniera Classon de Pinto:

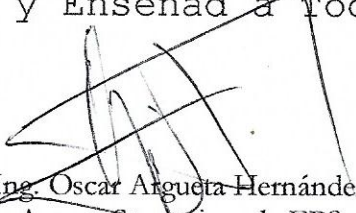
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Carlos Humberto Chiguichón Marroquín, Registro Académico 200413651 y CUI 2612 57684 0101**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DEL EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA USO ESCOLAR EN CASERÍO SANTA ROSA, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA.**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Ing. Oscar Argueta Hernández
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
OAR/ra



USAC
TRICENTENARIA
 Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



Guatemala,
 11 de abril de 2018

Ingeniero
 Hugo Leonel Montenegro Franco
 Director Escuela Ingeniería Civil
 Facultad de Ingeniería
 Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación DISEÑO DEL EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA USO ESCOLAR EN CASERÍO SANTA ROSA, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Carlos Humberto Chiguichón Marroquín, con Registro Estudiantil No. 200413651, quien contó con la asesoría del Ing. Oscar Argueta Hernández

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la comunidad del área y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


 Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
 Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERIA
 DEPARTAMENTO
 DE
 ESTRUCTURAS
USAC

/mrrm.



Mas de 137 años de Trabajo y Mejora Continua



Guatemala, 17 de abril de 2018

Ref.EPS.D.142.04.18

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Montenegro Franco:

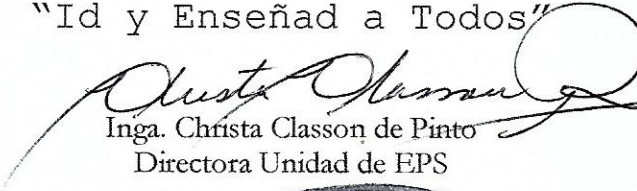
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DEL EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA USO ESCOLAR EN CASERÍO SANTA ROSA, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Carlos Humberto Chiguichón Marroquín, Registro Académico 200413651 y CUI 2612 57684 0101**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Oscar Argueta Hernández.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por el Asesor-Supervisor, y en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Christa Classon de Pinto
Directora Unidad de EPS

CCdP/ra





USAC
TRICENTENARIA
 Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Oscar Argueta Hernández y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto, al trabajo de graduación del estudiante Carlos Humberto Chiguichón Marroquín titulado **DISEÑO DEL EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA USO ESCOLAR EN CASERÍO SANTA ROSA, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA** da por éste medio su aprobación a dicho trabajo.


 Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, julio 2018
 /mrrm.

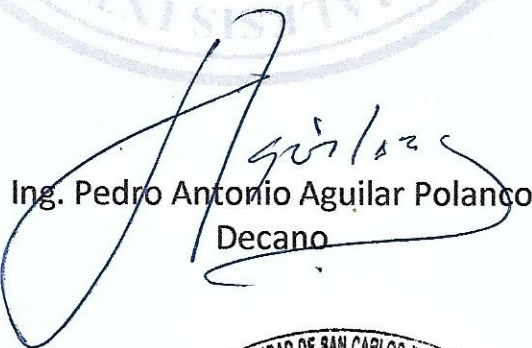




DTG. 230.2018

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DEL EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA USO ESCOLAR EN CASERÍO SANTA ROSA, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario: **Carlos Humberto Chiguichón Marroquín**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, julio de 2018

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Consuelo en la necesidad humana, luz para el reencuentro personal ante la adversidad, fuerza para la trascendencia en cada acto de la vida.
- Mis padres** Miguel Chigüichón Acú y María Gregoria Marroquín Hernández, por su amor, paciencia, esfuerzo, y trabajo dedicados a la formación de este hombre de bien.
- Mis hermanos** Miguel Ángel y Luz María, por su infaltable e incondicional apoyo y cariño brindados en las diferentes etapas de mi vida.
- Mi hermana** Merlín Jeaneth (q.e.p.d), por su ejemplo de lucha, compromiso, carisma, alegrías y sabiduría brindados en el tiempo compartido a su lado. Que, a pesar de su ausencia física, siguen haciendo eco en el proceder de mis días.
- Mis sobrinos** Francisco Josué, David Alejandro y Carlos Emilio, alegría invaluable en mi vida.

AGRADECIMIENTOS A:

Mis padres y hermanos	Por todo el apoyo y esfuerzos realizados en el recorrido académico que, hoy día, juntos alcanzamos una meta más.
Mis amigos	Por brindar palabras de aliento en momentos de necesidad, por compartir alegrías para el recuerdo. Con especial mención a Jasson Antonio Montufar Martínez (q.e.p.d).
Ing. Sergio Iván Ramírez Aquino	Amigo entrañable, guía y consejero.
Ing. Sergio Daniel Gómez	Por su amistad, consejos y valiosos aportes de experiencia y conocimiento profesional.
Ing. Oscar Argueta	Por su asesoría y conocimientos profesionales brindados en la elaboración de este trabajo.
Facultad de Ingeniería	Por los conocimientos transmitidos a través de catedráticos comprometidos en la formación de profesionales éticos y de excelencia.

Pueblo de Guatemala

Por su contribución indirecta y que por medio de la Universidad de San Carlos de Guatemala, materializa los objetivos académicos de cada estudiante en esta sagrada casa de estudios.

Cocode caserío Santa Rosa

Por su hospitalidad y atención brindados.

Municipalidad de San Juan Sacatepéquez

Por abrir sus puertas y permitir la puesta en marcha del conocimiento profesional personal.

Todos aquellos

Que han formado parte de mi vida, contribuyendo a mi crecimiento personal y de igual forma, al desarrollo profesional. Convirtiéndose así en maestros imborrables de la experiencia.

ÍNDICE GENERAL

INDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Monografía del municipio de San Juan Sacatepéquez.....	1
1.2. Aspectos generales del caserío Santa Rosa	2
1.2.1. Ubicación y localización.....	2
1.2.2. Colindancias	3
1.2.3. Topografía del lugar.....	3
1.2.4. Clima	3
1.2.5. Tipo de vivienda y actividad económica	4
1.2.6. Población y demografía	4
1.2.7. Infraestructura pública	5
1.2.8. Servicios públicos	5
1.3. Descripción de necesidades.....	6
1.4. Evaluación y priorización de las necesidades	7
2. DISEÑO DEL EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA USO ESCOLAR EN CASERÍO SANTA ROSA, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA.....	9
2.1. Descripción del proyecto	9
2.2. Investigación preliminar.....	9

2.2.1.	Área de uso para el edificio	10
2.2.2.	Levantamiento topográfico	10
2.2.3.	Calidad del suelo	10
2.2.3.1.	Resultado de ensayo.....	11
2.2.3.2.	Valor soporte del suelo.....	11
2.3.	Diseño arquitectónico.....	14
2.3.1.	Características del aula	14
2.4.	Sistema estructural del edificio.....	15
2.4.1.	Mampostería de block	16
2.4.2.	Refuerzo vertical y horizontal	19
2.5.	Normativos y especificaciones	21
2.6.	Predimensionamiento de elementos estructurales.....	22
2.6.1.	Predimensionamiento de losas	22
2.6.2.	Predimensionamiento de vigas	24
2.6.3.	Predimensionamiento de mochetas y soleras	26
2.7.	Fuerzas involucradas para el diseño.....	28
2.7.1.	Cargas verticales.....	28
2.7.1.1.	Carga muerta	30
2.7.1.2.	Carga viva	30
2.7.2.	Cargas horizontales	31
2.7.3.	Integración de carga muerta nominal	35
3.	CÁLCULOS ESTRUCTURALES DEL EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA USO ESCOLAR EN CASERÍO SANTA ROSA, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA	37
3.1.	Diseño estructural	37
3.2.	Estimación de fuerza sísmica ejercida	37
3.3.	Diseño de losas.....	42
3.3.1.	Diseño de losas, nivel uno.....	42

3.4.	Diseño de vigas	59
3.4.1.	Diseño de viga tipo V-1N1	60
3.4.2.	Diseño de viga tipo V-2N1	70
3.5.	Diseño de muros de confinamiento, método simplista	78
3.6.	Diseño de la cimentación del edificio.....	98
3.7.	Diseño estructural por computadora, evaluación de resultados	103
3.8.	Diseño de módulo de gradas.....	105
3.8.1.	Cálculo de losas de soporte.....	106
3.8.2.	Elementos estructurales complementarios	111
3.9.	Instalaciones de servicio.....	111
3.9.1.	Instalaciones eléctricas.....	112
3.9.1.1.	Instalación de iluminación.....	112
3.9.1.2.	Instalación de fuerza.....	113
3.9.1.3.	Accesorios y cables	114
3.9.2.	Instalación hidráulica	115
3.9.3.	Instalación de drenaje pluvial y sanitario	115
3.10.	Planos constructivos.....	116
3.11.	Presupuesto del proyecto	117
3.12.	Evaluación de impacto ambiental inicial	117
	CONCLUSIONES	119
	RECOMENDACIONES	121
	BIBLIOGRAFÍA.....	123
	APÉNDICES	125
	ANEXOS.....	163

INDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Mapa de localización del caserío	2
2.	Planta arquitectónica, nivel 1.....	15
3.	Alineación de celdas en bloques de concreto	17
4.	Flexión de un muro debido a la fuerza sísmica	19
5.	Disminución de agrietamiento al confinar muros.....	20
6.	Distribución de losas en planta.....	22
7.	Proyección de vigas, nivel 1	24
8.	Distribución de mochetas, nivel 1	27
9.	Distribución típica de soleras en muros.....	29
10.	Distribución del corte basal	32
11.	Mapa de amenaza sísmica para guatemala.....	33
12.	Esquema de elementos para análisis en una estructura.....	38
13.	Silueta del panel tipo 1, nivel 1	46
14.	Silueta del panel tipo 4, nivel 1	47
15.	Silueta del panel tipo 7, nivel 1	48
16.	Esquema de momentos en losa, primer nivel.....	49
17.	Gráfica de momento entre losas	49
18.	Esquema de momentos finales en losa, primer nivel	51
19.	Franjas de flexión en losa bidireccional.....	52
20.	Agrietamiento de viga debido a fuerza cortante	66
21.	Detalle de armado en viga, v-1.....	69
22.	Detalle de armado en viga, v2-n1.....	77
23.	Ejemplificación de la carga sobre muros.....	89
24.	Detalle de armado de cimiento corrido	102
25.	Modelo generado en software etabs	104

26.	Planta de módulo de gradas	105
27.	Dimensión de grada	106
28.	Tramo inicial de gradas.....	108
29.	Tramo de descanso en gradas	109
30.	Tramo final en gradas	110

TABLAS

I.	Valor soporte según tipo de suelo	13
II.	Clases de bloques huecos de concreto	16
III.	Tipos de morteros de pega.....	18
IV.	Clasificación de moquetas para el edificio	26
V.	Clasificación de soleras para el edificio	28
VI.	Integración del peso muerto del edificio	34
VII.	Carga viva para corte basal.....	35
VIII.	Parámetros sísmicos según localidad del proyecto	39
IX.	Cálculo de corte basal	40
X.	Distribución de fuerza sísmica.....	41
XI.	Resumen de áreas de acero y espaciamiento para momentos mayores a A_{smin}	56
XII.	Resumen de esfuerzos de corte en paneles de losa, nivel 1.....	58
XIII.	Parámetros para encontrar el centro de rigidez, nivel 1	81
XIV.	Centro de rigidez y centro de masa, nivel 1.....	82
XV.	Parámetros para encontrar el centro de rigidez, nivel 2	83
XVI.	Centro de rigidez y centro de masa, nivel 2.....	84
XVII.	Centro de masa combinado.....	85
XVIII.	Fuerza y momento actuante en muros, nivel 1, x - x	86
XIX.	Fuerza y momento actuante en muros, nivel 1, y - y	87
XX.	Carga que soporta el muro, No.11 – N1	92

XXI.	Secciones de columnas y soleras	95
XXII.	Resumen de acero para refuerzo vertical, nivel 1	96
XXIII.	Resumen de acero para refuerzo horizontal, nivel 1	97

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
h	Altura
A	Área
A_s	Área de acero
A_v	Área de acero para refuerzo a corte
A_{st}	Área de acero por temperatura
A_z	Área de la zapata
A_g	Área gruesa
b	Base
W	Carga distribuida / peso
CM	Carga muerta / centro de masa
CU	Carga última
CV	Carga viva
C_g	Centro de gravedad
CR	Centro de rigidez
ρ	Cuantía de acero
ρ_b	Cuantía de acero balanceada
D_f	Desplante de cimentación
\emptyset	Diámetro
V_c	Esfuerzo cortante del concreto
V_n	Esfuerzo de cortante nominal
V_u	Esfuerzo de cortante último
f_y	Esfuerzo de fluencia del acero
f_s	Esfuerzo de tensión del acero
t	Espesor de losa
t_m	Espesor de muro

V	Esfuerzo de corte
e	Excentricidad
FCU	Factor de carga última
F	Fuerza
Fn	Fuerza por nivel
°C	Grados Celsius (temperatura)
I	Inercia
L, l	Longitud
Lo	Longitud de confinamiento en columnas
Lc	Longitud de confinamiento en vigas
Ec	Módulo de elasticidad del concreto
Es	Módulo de elasticidad del acero
M	Momento
MB	Momento balanceado
Mu	Momento último
d	Peralte efectivo
γs	Peso específico del suelo
γc, wc	Peso volumétrico del concreto
%	Porcentaje
”	Pulgadas
rec	Recubrimiento
m	Relación entre lado corto y largo en losas
Vs	Resistencia a corte debido al refuerzo
f'c	Resistencia del concreto a la compresión
f'm	Resistencia de la mampostería compresión
k	Rigidez
Σ	Sumatoria
ton	Toneladas
Vs	Valor soporte del suelo

GLOSARIO

ACI 318S-08	Código de requisitos para concreto estructural, versión 2 008.
AGIES	Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica.
Área de acero mínima	Cantidad de acero mínimo que debe incluir un elemento estructural.
Carga muerta	Peso muerto soportado por un elemento estructural, incluyendo el propio.
Carga viva	Peso variable dado por el personal, maquinaria y objetos móviles.
Cimiento corrido	Cimentación dispuesta a soportar muros.
Cocode	Comité Comunitario de Desarrollo.
Columna	Elemento vertical que absorbe la carga completa de la estructura para trasladarla a la cimentación.
Concreto armado	Concreto con acero de refuerzo embebido.

Confinamiento	Refuerzo en las zonas en donde se espera ocurran altos esfuerzos de fluencia.
Corte basal	Esfuerzo cortante que un sismo produce en la base de una estructura.
Ductilidad	Capacidad de una estructura o un elemento estructural de deformarse y regresar a su estado natural.
Esbeltez	Condición mecánica en una columna donde las dimensiones de su sección son menores respecto a su altura. Implica un posible estado de falla por la reducción de resistencia debido a la anterior relación.
Esfuerzo	Intensidad de fuerza por unidad de área.
Excentricidad	Se produce cuando los centros de rigidez y masa no coinciden en coordenadas, debido a que existe una distribución desigual y asimétrica de las masas y las rigideces en la estructura.
Fluencia	Sobrepasando el límite de elasticidad, todo aumento de carga produce deformaciones plásticas o permanentes o irreversibles.

Longitud de confinamiento	Zona en un elemento estructural en donde se prevé se produzcan los mayores esfuerzos de fluencia, por lo tanto, debe ser una zona más dúctil.
Longitud de desarrollo	Longitud mínima de una varilla incrustada al concreto para evitar falla por adherencia.
Mampostería	Sistema constructivo conformado por bloques que pueden ser de arcilla cocida, piedra o concreto, entre otros.
Momento	Magnitud vectorial que mide la capacidad de una fuerza para alterar la velocidad de giro de un cuerpo, respecto a un punto dado.
Momento resistente	Momento que resiste un elemento estructural para cierta cantidad de acero de refuerzo.
Recubrimiento	Espesor de concreto en un elemento estructural, medido desde su plano exterior hasta el plano más próximo del acero de refuerzo.
Rigidez	Propiedad mecánica de elasticidad que da un material a un elemento estructural, para resistir deformaciones ante diferentes esfuerzos de trabajo.
Solera	Elemento estructural horizontal en un muro de mampostería que resiste movimientos horizontales y confina los bloques que conforman el muro.

Viga

Elemento estructural horizontal uniforme apoyado en sus extremos, diseñado para resistir esfuerzos de flexión en toda su sección debido a la carga que soporta. En los extremos soporta cantidad de momento.

Zapata

Elemento estructural superficial de cimentación que se diseña para transmitir toda la carga gravitatoria que genera la masa de los diferentes materiales y demás cargas verticales consideradas, que se transfiere al suelo de forma permanente.

RESUMEN

La necesidad latente de erradicar el analfabetismo en nuestro país es un tema vital por resolver, ya que ello beneficiará y dará paso a superar el estancamiento y letargo educativo que prevalece y opaca la cultura e identidad nacional. Bajo tal consideración y en los alcances de aporte técnico que se ofrece con el ejercicio profesional supervisado, EPS, se tomó la decisión de apoyar la solicitud municipal del Cocode del caserío Santa Rosa de la aldea Estancia Grande, en la cual se plantea la construcción de un nuevo edificio de aulas para atender los grados escolares afectados por la falta de espacios idóneos para el aprendizaje. Dicho apoyo, bajo el visto bueno y la autorización de la municipalidad de San Juan Sacatepéquez para diseñar las nuevas instalaciones educativas.

En síntesis, el proyecto consiste en el diseño del nuevo edificio escolar que estará constituido por dos niveles con cuatro aulas cada uno y ocupando un área aproximada de 300,0 metros cuadrados. Seis aulas serán utilizadas como teóricas con una capacidad de cuarenta alumnos. Un aula será empleada como biblioteca y laboratorio de computación con capacidad de quince alumnos. Otra aula será utilizada para dirección y sala de reuniones de maestros, con capacidad para doce personas.

Como materiales principales para su construcción, se considera el uso de blocks de concreto y elementos de concreto armado, comúnmente, conocidos como columnas y soleras. Estos materiales tradicionales se ajustan tanto a las condiciones de clima, así como al entorno arquitectónico del lugar, donde las

viviendas en su mayoría son construidas con los anteriores materiales indicados. Para las cubiertas se empleará losa tipo tradicional.

La configuración de elementos estructurales se desarrollará con la técnica constructiva de mampostería confinada, a diseñarse empleando el método teórico de análisis simplista. El cual basa su concepto considerando que la fuerza sísmica de diseño calculada ejerce impacto únicamente sobre los muros que estén paralelos a la dirección en que actúa esta. Por ende, solo estos muros son afectados en su resistencia.

Toda la fase de diseño estructural se sustenta en las normativas de diseño y cálculo correspondientes.

En la conformación de este proyecto, también, se tomará en cuenta el diseño de instalaciones de servicio del edificio y la elaboración de planos de proyecto.

OBJETIVOS

General

Diseñar el edificio escolar que formará parte del proyecto de ampliación en la escuela actual del caserío Santa Rosa de la aldea Estancia Grande, San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala.

Específicos

1. Realizar una evaluación técnica para determinar la infraestructura existente y la cobertura de necesidades básicas en el caserío Santa Rosa. A su vez, elaborar una monografía con las descripciones esenciales del caserío.
2. Comprobar el análisis y diseño estructural del edificio escolar, por medio de los métodos conceptuales y con base en las normativas que rigen la integración de cargas relacionadas al modelo a desarrollar.
3. Contribuir a que el Cocode del caserío Santa Rosa, y a través de una capacitación, desarrolle un plan de mantenimiento preventivo para minimizar el deterioro del edificio escolar.

INTRODUCCIÓN

Como integración complementaria a los conocimientos teóricos que se adquieren durante el período de aprendizaje para optar a la Licenciatura de Ingeniería Civil, la aplicación y puesta en marcha de dichos conocimientos enriquecerán, sin lugar a duda, el nivel y crecimiento intelectual individual para comprender y ampliar la visual referente al campo de la ingeniería civil en nuestro medio.

Ante ello, la importancia de la incorporación al ejercicio profesional supervisado (EPS) como opción de modalidad para concluir la licenciatura. Ya que el aporte en calidad técnica que se realiza a la sociedad guatemalteca, principalmente, a las comunidades que aún ven postergadas sus peticiones de desarrollo comunitario en materia de proyectos de infraestructura social, contribuya a facilitar técnicamente la solución a la necesidad planteada a través de la opción que se determine sea conveniente y en la cual se aplicarán las normativas de diseño y criterios según la rama a la que pertenece el proyecto para que en un tiempo de mediano plazo se lleve a cabo.

Es así como por medio del apoyo brindado a la municipalidad de San Juan Sacatepéquez del departamento de Guatemala, se materializará el trabajo técnico para solventar la necesidad de carácter escolar expuesta en la solicitud del Cocode del caserío Santa Rosa de la aldea Estancia Grande de este municipio.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía del municipio de San Juan Sacatepéquez

El municipio de San Juan Sacatepéquez forma parte de los 17 municipios en los que se divide el departamento de Guatemala; ubicado al norte del departamento a 30,0 kilómetros de distancia de la ciudad capital, se accede por la carretera RN-5. Tiene una extensión territorial de 242,0 kilómetros cuadrados y posicionado a una altura de 1 845 metros sobre el nivel del mar. Colinda con las siguientes ciudades: al norte con el municipio de Granados (Baja Verapaz); al sur con el municipio de San Pedro Sacatepéquez (Guatemala); al este con San Raymundo (Guatemala); y al oeste con el municipio de San Martín Jilotepeque y El Tejar (Chimaltenango) y Santo Domingo Xenacoj (Sacatepéquez). El nombre de San Juan se debe en honor al patrono San Juan Bautista y el nombre de Sacatepéquez se origina de las palabras en idioma cakchiquel: *Sacat* que significa hierba y *Tepec* que significa cerro, es decir cerro de hierba, fundada esta ciudad en el año de 1568. La fiesta titular del municipio se celebra el 24 de junio.

La población del municipio se conforma en su mayoría por indígenas de la etnia cakchiquel y se complementa por pobladores de raza ladina. Para el último censo efectuado en el año 2011, la población ascendía a 375 000,00 habitantes. Entre la principal actividad económica desarrollada en el municipio está la floricultura seguida por la actividad comercial de la venta de granos, muebles, productos de canasta básica, bienes y servicios, entre otros. En presencia comercial mínima está la producción de frutas de la región, avicultura y ganadería.

1.2. Aspectos generales del caserío Santa Rosa

Se presenta a continuación una descripción generalizada correspondiente al caserío Santa Rosa, la zona de interés para el proyecto que se desarrolla en este trabajo.

1.2.1. Ubicación y localización

El caserío Santa Rosa se localiza al noroeste del municipio a 31,0 kilómetros de la cabecera municipal sobre la Ruta Nacional 5 en dirección al municipio de Granados, Baja Verapaz. Está demarcado a la aldea Estancia Grande que a su vez conforma la Microrregión IV, como se divide el municipio de San Juan Sacatepéquez. La ubicación geodésica del proyecto es la siguiente: 14.852754, -90.580164 (14°51'09.9N, 90°34'48.6W).

Figura 1. Mapa de localización del caserío



Fuente: Municipalidad de San Juan Sacatepéquez. Fecha: 18 de mayo de 2015.

1.2.2. Colindancias

Al norte colinda con el municipio de Granados del departamento de Baja Verapaz; al este con la aldea Estancia de la Virgen del municipio de San Raymundo, departamento de Guatemala.

1.2.3. Topografía del lugar

El caserío Santa Rosa se encuentra a una altitud de 867,0 metros sobre el nivel del mar; sus tierras son parte de una micro zona de boca costa; su topografía es irregular, se asienta en terrenos con un rango de pendiente del 20,0 %. Se presenta a los alrededores del área poblada, pendientes más pronunciadas con localización de pequeños barrancos debido a que el caserío se encuentra entre la depresión geográfica de la cadena montañosa del sistema de la Sierra Madre.

1.2.4. Clima

La característica de boca costa donde se encuentra el caserío Santa Rosa, hace propicio para que la temperatura promedio anual oscile entre 25,0 °C a 30,0 °C durante el día y en promedio desciende entre 20,0 °C y 21,0 °C por la noche. En la mayor parte del año el ambiente prevalece con un clima cálido-seco durante el día y con ambiente fresco por la noche y madrugada.

Respecto a la época de lluvias, se tiene la mayor precipitación entre los meses de mayo a julio, y con cierta intermitencia en los meses posteriores hasta noviembre.

1.2.5. Tipo de vivienda y actividad económica

Las viviendas dentro del caserío en su mayoría presentan uso del sistema de mampostería confinada con cubierta de lámina de zinc para las viviendas de un nivel y cubierta de losa maciza (tradicional) en escasas viviendas. Así como las hay escasas de dos niveles. Otra parte de viviendas, debido a la mala situación económica de las familias, han sido construidas empleando estructura de madera y lamina de zinc. Minoritariamente, siempre por el tema de mala economía, se encuentran viviendas tabicadas con caña seca residuo de las cosechas de maíz.

Refiriéndose a la actividad económica, no se posee una que identifique en específico al caserío Santa Rosa. La fuente con que la mayoría genera ingresos es a través del trabajo del corte de caña de azúcar, que los hombres realizan en épocas de zafra en la costa sur del país. Por lo que se ven obligados a migrar en ese tiempo de trabajo. Los trabajos de siembra de maíz y frijol es la principal tarea de intercambio y de subsistencia que se realiza entre los mismos pobladores.

Otros generan pequeños ingresos con la venta de productos de canasta básica, servicios de albañilería, venta de la cosecha de maíz para los que tienen alguna extensión mayor de tierras, entre otras actividades.

1.2.6. Población y demografía

En el caserío Santa Rosa la población es de 875,0 habitantes, en su mayoría pobladores de etnicidad indígena y el resto de raza ladina. Los núcleos familiares se integran en su mayoría por un total de 5 a 6 hijos, con un promedio de 7 a 8 miembros por familia. La tasa de crecimiento anual es del 3,28 %,

según cálculos de datos obtenidos en censo desarrollado por el Instituto Nacional de Estadística en el 2005, con proyección a 2012.

1.2.7. Infraestructura pública

El caserío Santa Rosa únicamente cuenta con el servicio de infraestructura eléctrica, más no todos los pobladores tienen acceso a pagar el servicio del suministro de energía eléctrica.

La infraestructura vial existe y comunica la Ruta Nacional 5 con la aldea Estancia de la Virgen del municipio de San Raymundo. Pero en los 2,50 kilómetros aproximados de recorrido que atraviesan el caserío, la vía es totalmente de terracería y a falta de mantenimiento no presenta un fácil acceso para los escasos vehículos que la usan. Principalmente, los buses extraurbanos que viajan de San Raymundo a San Juan Sacatepéquez son los que emplean esta ruta vial.

Como infraestructura social se cuenta con un inmueble donde está construida la escuela para atender primaria y preprimaria, una oficina de salud, y eventualmente una oficina jurídica.

No se tiene ningún tipo de infraestructura para servicio de agua potable y servicio de drenajes de aguas residuales.

1.2.8. Servicios públicos

La energía eléctrica es el único servicio público de suministro disponible en el caserío.

En cuanto al servicio educativo, funciona la escuela que atiende el nivel primario y preprimario. No existe ningún servicio privado educativo y tampoco de otro nivel académico.

El servicio de salud está representado por una pequeña oficina que brinda consultas de medicina general, a cargo del Ministerio de Salud su administración. Se menciona dentro de este servicio por tener relación al tema de salud, el método de disposición de excretas en las viviendas donde el uso de letrinas se emplea en su totalidad.

1.3. Descripción de necesidades

Tras la iniciativa del Cocode del caserío Santa Rosa en identificar la razón de deserción escolar que se estaba suscitando, logró determinar que existía sobrepoblación estudiantil en el nivel preprimario y primario. Para minimizar la problemática se dispuso del uso compartido de aulas además de la construcción provisional de aulas de madera y lámina de zinc, pero en época de lluvia y en época de calor, la más duradera, se hace menos acogedora y confortable la estadía de los alumnos. Teniendo aun así el abandono de estudiantes por concluir con el plan de estudio respectivo.

La mayor parte de la población del caserío está representada por niños y jóvenes, de los cuales una cantidad alta a pesar de la situación de espacio disponible asiste a recibir educación al único establecimiento público. Lo que motiva a la población adulta a buscar apoyo para no desperdiciar el avance educativo de sus hijos.

Con la razón que se expone, el Cocode del caserío Santa Rosa presenta a la municipalidad la solicitud de ampliación del predio escolar actual.

1.4. Evaluación y priorización de las necesidades

Ya que el tema educativo junto al de salud representan la mayor demanda en esta sociedad, y ante el crecimiento natural demográfico que se da en una población. Es razonable que así mismo crece la demanda del servicio y espacios públicos, que en este caso se manifiesta en la necesidad de proveer de nuevas instalaciones educativas para la población del caserío Santa Rosa.

Alcanzar el apoyo para la ampliación actual de la escuela, lograría llevar a cabo la propuesta para que las nuevas instalaciones también sean utilizadas para impartir el nivel básico de estudios. Esto ayudaría a que las familias del caserío mantengan a sus hijos en el mismo establecimiento, que ellos tengan que viajar distancias grandes para acudir a un centro educativo fuera del caserío y así minimizar el costo económico de enviar a estudiar a sus hijos.

Además, el proyecto de ampliación provocará un alto impacto en el avance social ya que, al tener instalaciones confortables y adecuadas para el aprendizaje, podrá estimarse que la población adulta también tendrá interés en optar a ser alfabetizados en un nivel mínimo pero que será importante para su desarrollo personal y del lugar.

2. DISEÑO DEL EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA USO ESCOLAR EN CASERÍO SANTA ROSA, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA

2.1. Descripción del proyecto

El edificio estará constituido por dos niveles en cuya distribución se integran tres aulas para cada nivel. Un área de sala y oficina para el claustro de maestros ubicada en el nivel uno y un área destinada para laboratorio de computación en el segundo nivel. Se dispondrá de entepiso y cubierta de losa tipo tradicional.

También, se considera espacio de servicio bajo el módulo de gradas, el cual se utilizará para servicio sanitario del claustro de maestros y como bodega general. Se incluye el lugar correspondiente para ubicar un lavadero para los trabajos de limpieza y mantenimiento del edificio.

2.2. Investigación preliminar

Previo a cualquier estimación numérica que involucre un cálculo, principalmente orientados hacia el análisis estructural, es importante considerar los factores propios del lugar destinado para la construcción del edificio. Estos factores brindarán datos importantes para la selección de materiales, dimensionamiento de ambientes y sistema constructivo que conjuntamente darán como resultado la característica final del edificio escolar.

Se desarrollan a continuación los factores importantes a considerar:

2.2.1. Área de uso para el edificio

El terreno que se dispone para la construcción del edificio se encuentra dentro del inmueble destinado para los servicios públicos del caserío Santa Rosa: judicial, salud y educativo. El inmueble se encuentra a la proximidad de la calle principal dentro del caserío, por lo que su ubicación y acceso son inmediatos.

2.2.2. Levantamiento topográfico

La actividad de medición delimitará los mojones que abarcará la construcción del edificio. Así mismo, se determinará las variaciones de nivel que tiene el terreno. Con el levantamiento realizado se obtiene un área de aproximadamente 320,0 metros cuadrados disponibles para la adecuación del edificio escolar.

2.2.3. Calidad del suelo

Es quizá el factor más importante en la investigación ya que el resultado obtenido va ligado directamente con los cálculos estructurales, que influye en la selección y dimensionamiento del sistema de cimentación para el edificio. Para el proyecto en sí, se realizó una exploración a pozo abierto para la extracción de una muestra inalterada de suelo que consiste en un bloque de un pie cúbico cortado a una profundidad de 1,50 metros, y que posteriormente fue sometida a prueba de compresión triaxial en el Laboratorio de Mecánica de Suelos del Centro de Investigaciones de Ingeniería, de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

2.2.3.1. Resultado de ensayo

Con la muestra extraída bajo los cuidados para mantener las condiciones propias del suelo, se obtuvieron los siguientes resultados correspondientes al ensayo de compresión triaxial respectivo, ver anexo 1:

- Descripción del suelo: arena limosa color café oscuro
- Angulo de fricción interna, Φ : 26,08°
- Cohesión, C: 0,00 Ton/m²
- Densidad seca: 1,45 Ton/m²
- Profundidad de desplante: 1,50m
- Peso específico del suelo: 1,45 Ton/m²

2.2.3.2. Valor soporte del suelo

También conocido como capacidad de carga última admisible del suelo, es el valor obtenido a través del método o teoría de Terzaghi con el cual se estima el peso máximo que se puede aplicar por metro cuadrado sobre el suelo donde se cimentara la estructura a construir.

Se emplean factores de seguridad (F.S.) para no diseñar sobre el límite de la capacidad real del suelo, reduciendo esta a una cantidad cuyo valor crea un margen numérico donde teóricamente se asumen otros esfuerzos actuantes. Como se propone el uso de cimentación superficial por medio de una zapata continua, se utilizará un F.S. igual a 3,0 y un F.S. por corte igual a 1,40.

El término correspondiente a la cohesión no se tomará en cuenta ya que el valor obtenido en el ensayo es igual a cero, por lo tanto, se desprecia.

Los términos que calcular son los siguientes:

- Ángulo de fricción a radianes

$$\Phi_d = \left(\frac{\Phi * \pi}{180} \right) = \left(\frac{26,08^\circ * \pi}{180} \right) = 0,4552 \text{ rad}$$

- Factor del flujo de carga (Nq)

$$Nq = \frac{e^{\left(2 * \left(\frac{3}{2}\pi - \frac{\Phi_d}{2}\right) * \tan \Phi\right)}}{2 \text{ Cos}^2\left(45 + \frac{\Phi}{2}\right)} = \frac{e^{\left(\frac{3}{2}\pi - \frac{0,4552}{2}\right) * \tan 26,08}}{2 \text{ Cos}^2\left(45 + \frac{26,08}{2}\right)} = \frac{8,5888}{0,5604} = 15,33$$

- Factor de flujo de carga última (Nc)

$$Nc = \text{Cot } \Phi_d * (Nq - 1)$$

$$Nc = \text{Cot } (26,08) * (15,3262 - 1) = 29,27$$

- Factor de flujo del suelo (Ny)

$$Ny = \frac{1}{2} \left(\frac{Ky}{\text{Cos}^2 \Phi} - 1 \right) \tan \Phi$$

$$Ky = 3 \tan^2 \left(45 + \frac{\Phi + 33}{2} \right) = 3 \tan^2 \left(45 + \frac{26,08 + 33}{2} \right) = 39,22$$

$$Ny = \frac{1}{2} \left(\frac{Ky}{\text{Cos}^2 \Phi} - 1 \right) \tan \Phi = \frac{1}{2} \left(\frac{39,22}{\text{Cos}^2(26,08)} - 1 \right) \tan (26,08) = 11,66$$

- Capacidad de carga última bruta (q_u) y admisible (q_{adm})

$$q_u = C_d \cdot N_c + \gamma_s \cdot D \cdot N_q + 0.5 \cdot \gamma_s \cdot B \cdot N_\gamma$$

$$q_u = 0 + (1,45 \text{ ton/m}^3) \cdot (1,50 \text{ m}) \cdot (15,33) + 0,5 \cdot (1,45 \text{ ton/m}^3) \cdot (0,6 \text{ m}) \cdot (11,66)$$

$$q_u = 38,42 \text{ ton/m}^2$$

$$q_{adm} = \frac{q_u}{F.S.} = \frac{38,42 \text{ ton/m}^2}{3,0} = 12,81 \text{ ton/m}^2$$

Tabla I. **Valor soporte según tipo de suelo**

Material del suelo	ton/m ²	Observaciones
Roca sana	645	
Roca regular	430	
Roca intermedia	215	
Roca agrietada o porosa	22-86	
Suelos gravillosos	90	Compactados, buena granulometría
Suelos arenosos	32-64	Densos
Arena fina	22-43	Densa
Suelos arcillosos	53	Duros
Suelos arcillosos	22	Solidez mediana
Suelos limosos	32	Densos
Suelos limosos	16	Densidad mediana

Fuente: CRESPO VILLALAZ, Carlos. *Mecánica de suelos y cimentaciones*. p. 650.

Comparando el valor soporte obtenido en el cálculo y respecto a la tabla anterior, se considera que es válido y se aproxima al mostrado en la tabla. Tomando en cuenta que las características entre suelos son muy variables dado su naturaleza y lugar de origen.

2.3. Diseño arquitectónico

Para el acondicionamiento de espacios del edificio escolar se tomarán las recomendaciones sugeridas en el manual *Criterios normativos para el diseño arquitectónico de centros educativos oficiales* editado por el Ministerio de Educación. Principalmente, las que corresponden al dimensionamiento de aulas teóricas.

2.3.1. Características del aula

Según se indica en la tabla 22 del capítulo 2.1 del manual, el área por educando mínima en el nivel medio básico será de 1,30 metros cuadrados. Considerando una capacidad máxima de 40,0 alumnos como se indica en la tabla 23 del mismo capítulo, se obtiene la siguiente área mínima para el aula teórica:

- Área de aula = capacidad máxima * área por educando
- Área de aula = 40,0 educandos * 1,30 m²/educando = 52,0 m²

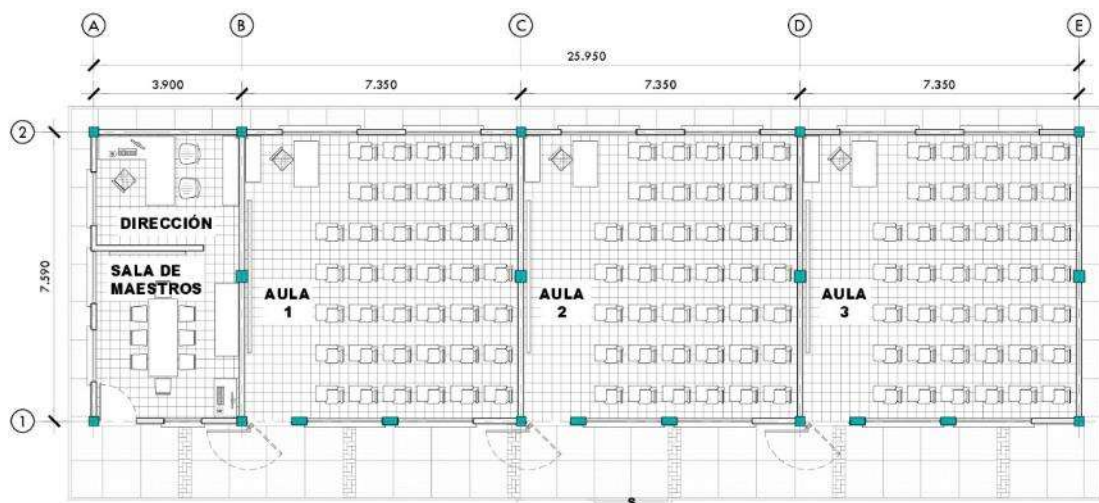
La altura del aula se toma del inciso 1.4.c del capítulo 2.1 del manual, donde para clima templado y cálido es una altura de 3,20 metros. El ancho de vanos de puerta será igual a 1,20 metros y con abatimiento de 180 grados hacia el exterior del aula, indicados en el inciso 1.5.3. El ancho útil en módulos de gradas se considera el indicado en las tablas 91 y 92 del manual igual a 1,80 metros libres para la circulación de los educandos. Las dimensiones de ventanas se indican en la literal e. del inciso 1.5.1 del capítulo 2.1, cuando menos 1/3 del área de piso del aula. Esto dependerá de la distribución de muros de carga y de las disposiciones que indique la normativa estructural correspondiente. Para la ventilación se sugiere 1/5 del área de piso del aula.

2.4. Sistema estructural del edificio

Independiente del sistema estructural seleccionado para una edificación, sus elementos bien definidos deben soportar en conjunto la incidencia de fuerzas y cargas generadas por las propias características de los elementos y por las fuerzas naturales que abaten sobre esta. La inversión monetaria debe considerarse tomando en cuenta el sistema propuesto, así como la economía del lugar del proyecto. Principalmente por la incidencia visual que el proyecto muestre si este no se adecua al entorno cultural-constructivo de la región.

Para el proyecto del edificio escolar se elige el uso del sistema estructural sismo resistente de mampostería confinada. El cual se basa en el empleo de refuerzo vertical y horizontal para enmarcar las unidades de blocks de concreto que conformen un muro que transmite las cargas verticales hacia la cimentación. El sistema se ajusta a las posibilidades económicas del sector.

Figura 2. Planta arquitectónica, nivel 1



Fuente: elaboración propia, empleando programa AutoCAD.

A continuación, una explicación breve de la importancia en el uso de este sistema, así como los elementos más importantes que intervienen en este:

2.4.1. Mampostería de block

El levantado de muros conlleva dos elementos importantes: los bloques huecos de concreto y el mortero de pega.

En cuanto al block de concreto su importancia radica en el material y su forma. Son fabricados de una mezcla de cemento y agregado fino, cumpliendo normas de proceso y resistencias controladas para estándares de calidad de la producción. Esto proporciona certeza en su uso al ser un producto fabricado bajo norma. Caso contrario con los bloques artesanales que se fabrican de cemento y mayoritariamente arena pómez, los cuales no cumplen normativas y por lo tanto es un producto no certificado. En la tabla siguiente se presentan los tipos de block de concreto que se encuentran en nuestro medio:

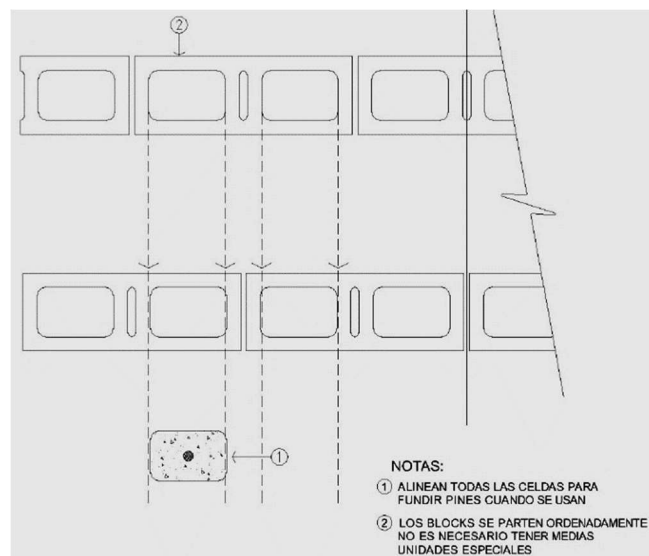
Tabla II. Clases de bloques huecos de concreto

Cuadro 5-A – Unidades de block DT Características según su clase						
Block DT	Color	Resistencia			Peso aproximado en libras	
		Capacidad de carga	Requisito numérico de resistencia	Protección contra la humedad	Espesor 14,0 cm	Espesor 19,0 cm
					Área neta 53,0 %	Área neta 53,0 % a 56,0 %
Clase A	Azul	Superior	140,0	Superior	32,0 a 35,0	37,0 a 41,0
Clase B	Rojo	Alta	100,0	Alta	27,0 a 31,0	33,0 a 36,0
Clase C	Verde	Media	66,0	Media	24,0 a 27,0	29,0 a 33,0
Clase D	Negro	Baja	50,0	Menor	21,0 a 23,0	24,0 a 27,0

Fuente: AGIES. *Manual de mampostería confinada*. p. 38.

Refiriéndose a la forma, los bloques comunes que se emplean para el levantado de muros tienen las dimensiones de 14,0 x 19,0 x 39,0 cm y 19,0 x 19,0 x 39,0 cm. Para ambas dimensiones se tiene una característica constructiva importante que es la de poseer una división central conocida como doble tabique. Esta característica ayuda a que los bloques se puedan colocar en forma zigzagueante contribuyendo a un mejor amarre vertical entre piezas y manteniendo uniformidad vertical en cada hilada colocada.

Figura 3. **Alineacion de celdas en bloques de concreto**



Fuente: AGIES. *Manual de mampostería confinada*. p. 33.

El segundo elemento de importancia en el levantado de muros es el mortero de pega. Este se emplea para unir los bloques entre sí y contribuye también a la resistencia estructural total del muro. Su fabricación usualmente es echa en obra y se compone de cemento, cal hidratada, arena de río y agua.

Por ser un elemento normado, la dosificación no debe dejarse al azar y debe ser controlada para alcanzar la resistencia correspondiente según el tipo de mortero. La adición de cal hidratada contribuye a una mejor trabajabilidad del mortero y a mantener la humedad por un tiempo más prologando.

Tabla III. Tipos de morteros de pega

Cuadro 5-C Las clases de mortero			
Mortero	Guía para las proporciones en volumen		
	Cemento	Cal hidratada	Arena de río
Tipo M	1	Desde 1/10 hasta ¼ de cal	Combine el cemento y la cal y mida que volumen ocupan los dos juntos. La arena siempre será entre 2 ¼ y 3 veces ese volumen combinado.
Tipo S	Alta	Desde ¼ hasta ½ de cal	
Tipo N	Media	Desde ½ hasta 1 de cal	
Manejo del agua: Agregue agua conforme la necesite tomando en cuenta qué tan húmeda está la arena el día que la use. Deje siempre la arena tapada para que no esté empapada ni reseca – las arenas empapadas o resacas no hacen buenas mezclas, salvo con la experiencia del maestro de obra.			

Fuente: AGIES. *Manual de mampostería confinada*. p. 41.

El mortero tipo M se recomienda únicamente para bloques clase A. El mortero tipo S se puede utilizar para las demás clases de bloques.

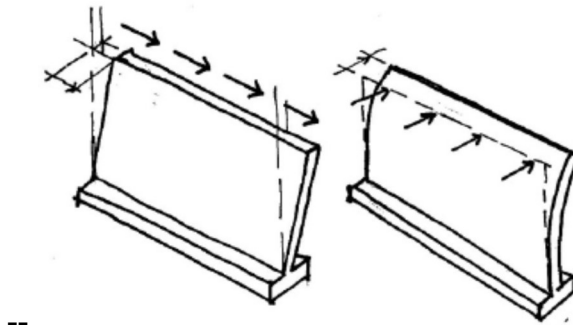
El espesor de la sisa debe ser de 1,0 cm y la colocación debe hacerse preferentemente a lecho completo, es decir, sobre toda la superficie de contacto horizontal y superficie de contacto vertical de cada unidad de block.

2.4.2. Refuerzo vertical y horizontal

Ya que el levantado de muros por sí solo no resistiría la fuerza horizontal transmitida por los sismos, se hace necesario reforzar cada panel de muros por medio de la inclusión de concreto armado en forma de mochetas y soleras.

Cabe resaltar que técnicamente el término mocheta es el correcto para referirse al refuerzo vertical en muros y no columna. Ya que una columna como tal se diseña para trabajar, aisladamente, mientras que las mochetas se unifican al levantado y a la solera, realizando el trabajo de sismo resistencia en conjunto.

Figura 4. Flexión de un muro debido a la fuerza sísmica

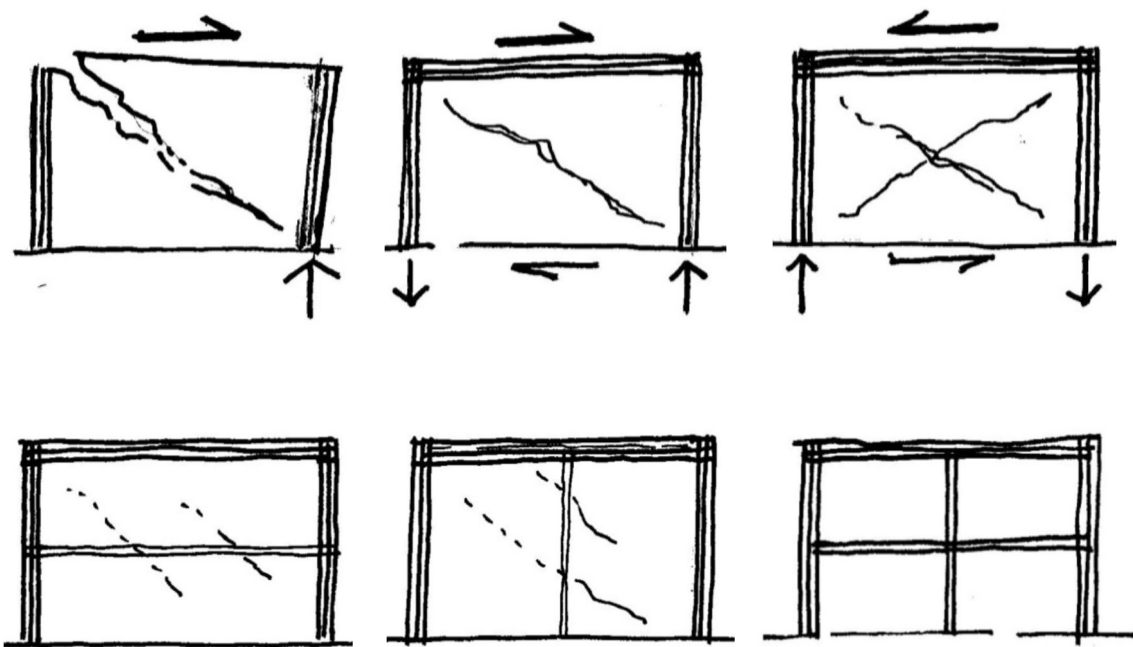


Fuente: AGIES. *Manual de mampostería confinada*. p. 46.

Tanto el refuerzo vertical como horizontal deberán ser diseñados según las necesidades estructurales del edificio, para conocer las dimensiones de los elementos y las áreas necesarias de acero que se integren a los muros respectivos. En todo caso, deberán adoptarse las disposiciones mínimas que presenta la norma AGIES NSE 4-10 y AGIES NSE 7.4-10.

Finalmente, el concepto de mampostería confinada tiene su razón de ser en la incorporación del refuerzo vertical y horizontal, el cual contribuye a que todos los bloques quedan encerrados y al entrelazarse con los muros que van en dos direcciones se obtiene una estructura de cajón bien configurada.

Figura 5. **Disminución de agrietamiento al confinar muros**



Fuente: AGIES. *Manual de mampostería confinada*. p. 47-49.

2.5. Normativos y especificaciones

Para el proyecto del edificio escolar se tienen en cuenta los siguientes normativos a considerar en el diseño:

- AGIES NSE 1-10. Generalidades, administración de las normas y supervisión técnica.
- AGIES NSE 2-10. Demandas estructurales, condiciones de sitio y niveles de protección.
- AGIES NSE 3-10. Diseño estructural de edificaciones.
- AGIES NSE 4-10. Requisitos prescriptivos para vivienda y edificaciones menores de uno y dos niveles.
- AGIES NSE 7.4. Mampostería reforzada (NR9: 2000)
- Requisitos de reglamento para concreto estructural ACI 318S-08.

Entre las especificaciones constantes a utilizar en el diseño, se encuentran las siguientes:

- Peso específico del concreto armado = $2\,400,0\text{ kg/m}^3$
- Resistencia del concreto a la compresión = $210,0\text{ kg/cm}^2$
- Esfuerzo de fluencia del acero = $2\,800\text{ kg/cm}^2$ (grado 40)
- Resistencia de la mampostería a la compresión = $133,0\text{ kg/cm}^2$

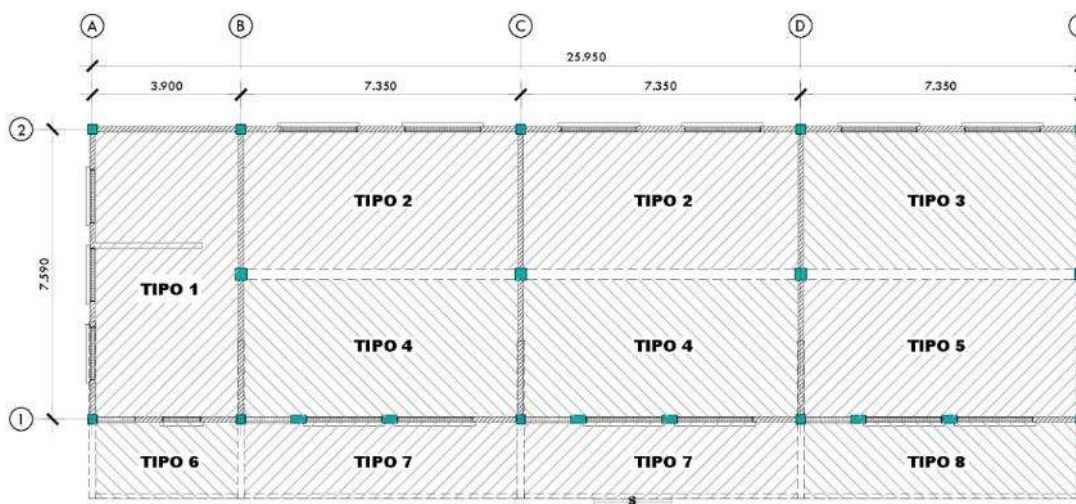
2.6. Predimensionamiento de elementos estructurales

Previo a realizar el cálculo estructural, se estiman las dimensiones de las secciones que deberán tener las losas, vigas, mochetas y soleras. Estas dimensiones propuestas, satisfacen estados límite de falla que serán verificados en el cálculo final para comprobar que son las correctas.

2.6.1. Predimensionamiento de losas

Se tiene como objeto encontrar el espesor de losa, así como el sentido de trabajo para la colocación del armado de acero. Se toma como base el ambiente con las dimensiones más grandes y el resultado servirá como espesor general de losas. En toda la losa del nivel uno no se encuentra ninguna abertura por módulo de gradas, ya que este es independiente a la estructura (ver plano de planta amueblada nivel 1, en sección de apéndices).

Figura 6. Distribución de losas en planta



Fuente: elaboración propia, empleando programa AutoCAD.

Se utilizarán las dimensiones del panel que corresponde al área de sala de maestros en el primer nivel y laboratorio de computación en el segundo nivel, ya que son similares y son las de mayor longitud en el edificio escolar.

Las dimensiones se consideran a rostro interno:

- Relación de dimensiones

$$a = \text{sentido corto de la losa} = 3,76 \text{ m}$$

$$b = \text{sentido largo de la losa} = 7,45 \text{ m}$$

Si $m < 0,5$ la losa trabaja en un sentido

Si $m \geq 0,5$ la losa trabaja en dos sentidos

$$m = a/b$$

$$m = 3,76 / 7,45 = 0,51$$

$m \geq 0,5$ se dispondrá acero de refuerzo en los dos sentidos de este panel.

En los demás paneles de las losas de los niveles 1 y 2, en el subcapítulo de cálculo de losas, se indicarán el sentido de trabajo para la colocación del acero de refuerzo.

- Espesor

$$t = \text{Perímetro} / 180$$

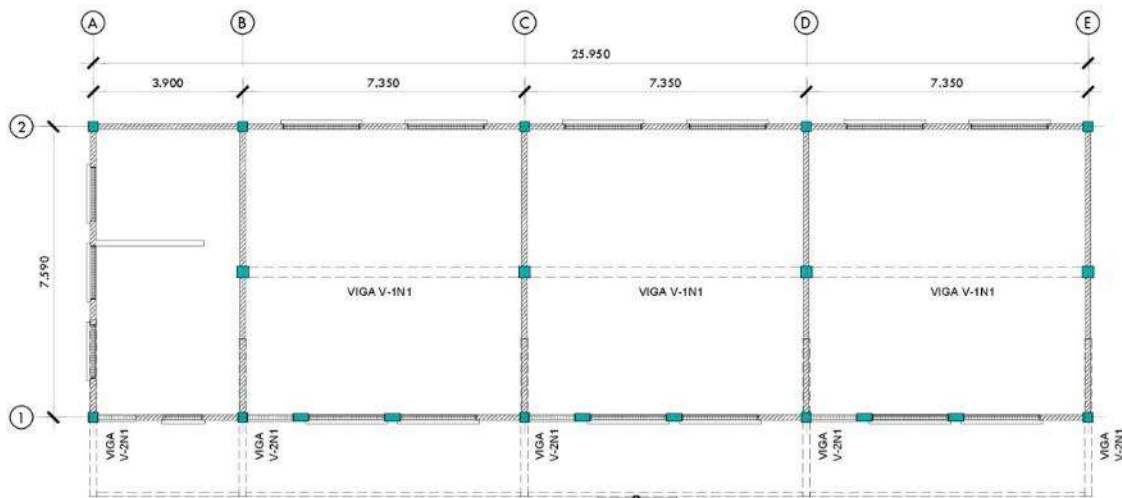
$$t = [2 * (3,76 + 7,45)] / 180 = 0,1246 \text{ m}$$

Dado el resultado, se propone el uso de espesor de losa igual a 12,0 cm para todos los paneles o tableros que conforman la losa de los niveles 1 y 2.

2.6.2. Predimensionamiento de vigas

Se consideran para el edificio escolar dos tipos de vigas. Se localiza la primera al centro de las aulas con el objeto de reducir la luz que cubre toda el área de estas, influyendo en la disminución del peralte de losa. La segunda viga se ubicará y trabajará directamente en el voladizo del edificio escolar.

Figura 7. Proyección de vigas, nivel 1



Fuente: elaboración propia, empleando programa AutoCAD.

Para ello, se emplearán las disposiciones de altura para vigas indicadas en la tabla 9.5 (a) del apartado ACI 318S-08, sección 9.5.2.1. También, se toma en cuenta la indicación de alterar los factores divisores de la tabla ya que el esfuerzo de fluencia del acero a utilizar en el proyecto es de $2\,800,0\text{ kg/cm}^2$ ($40\,000,00\text{ psi}$) igual a $280,0\text{ MPa}$, y los valores de la tabla se consideran para varillas de acero igual a $420,0\text{ MPa}$ o $4\,200,0\text{ kg/cm}^2$ ($60\,000,00\text{ psi}$).

- Viga tipo V-1

La viga se asume con un extremo continuo empleando para su altura el término $l/18,5$, donde l indica la luz libre entre apoyos:

$$h = \frac{l}{18,5 * \left(0,4 + \frac{f_y}{700,0}\right)}$$

$$h = \frac{7,05}{18,5 * \left(0,4 + \frac{280,0}{700,0}\right)} = 0,477 \text{ m}$$

$$b = 0,30 * h$$

$$b = 0,30 * 50,0 = 15,0 \text{ cm}$$

Se propone una altura de 50,0 cm con una base de 25,0 cm como se indica en el apartado ACI 318S-08, sección 21.5.1.3.

- Viga tipo V-2

La viga se asume como viga en voladizo empleando para su altura el término $l/8$, donde l indica la longitud del voladizo:

$$h = \frac{l}{8 * \left(0,4 + \frac{f_y}{700,0}\right)}$$

$$h = \frac{2,0}{8 * \left(0,4 + \frac{280,0}{700,0}\right)} = 0,3125 \text{ m}$$

$$b = 0,30 * h$$

$$b = 0,30 * 31,25 = 9,38 \text{ cm}$$

Se propone una altura de 40,0 cm con una base de 20,0 cm.

2.6.3. Predimensionamiento de mochetas y soleras

- Mochetas

Las mochetas se predimensionan considerando las disposiciones de la norma AGIES NSE 7.4 Sección 4.4. Resalta la indicación respecto a la dimensión mínima, la cual no debe ser menor al espesor de muro en ninguna de sus dimensiones. Realizando la distribución vertical de los bloques de concreto o emplantillado, a lo largo de las dimensiones de los ambientes, se ajustan las siguientes dimensiones para las mochetas a emplear:

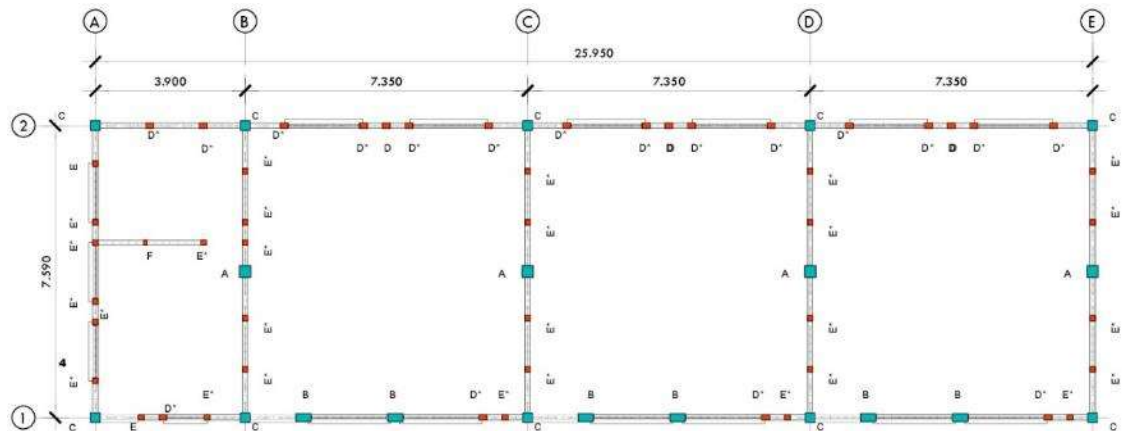
Tabla IV. **Clasificación de mochetas para el edificio**

Dimensiones y tipos de mochetas		
Mocheta	Largo, cm	Ancho, cm
Tipo A	30,0	30,0
Tipo B	40,0	20,0
Tipo C	25,0	25,0
Tipo D	20,0	14,0
Tipo E	14,0	14,0
Tipo F	14,0	10,0

Fuente: elaboración propia.

En la figura 8, se muestra en la planta del nivel 1 las mochetas elegidas y su ubicación en cada ambiente:

Figura 8. Distribución de mochetas, nivel 1



Fuente: elaboración propia, empleando programa AutoCAD.

- Soleras

Para el predimensionamiento de las soleras se consideran las disposiciones de la norma AGIES NSE 7.4, sección 4.3, para refuerzo horizontal. Se resaltan las siguientes indicaciones:

- Inciso 4.3.1: el ancho mínimo de las soleras de los muros estructurales deberá ser el espesor del muro y el área de su sección no deberá ser menor que $20\,000,00\text{ mm}^2$.
- Inciso 4.3.5: para edificaciones de un nivel se indican en esta norma, tres tipos de soleras: solera hidrófuga, solera intermedia y solera superior o de techo. Cuando se trate de edificaciones de dos niveles se deberá agregar una solera de entrepiso. Si la altura libre del muro es mayor que 2,80 m, se deberá colocar más de una solera intermedia.

Con base en las anteriores indicaciones y haciendo la distribución horizontal de bloques de concreto respecto a la altura, ver figura 9 en página 29. Las soleras se predimensionan con las siguientes medidas:

Tabla V. **Clasificación de soleras para el edificio**

Dimensiones y tipos de soleras			
Tipo	Ancho, cm	Alto, cm	Área, mm ²
Hidrófuga	14,0	20,0	28 000,00
Intermedia	14,0	15,0	21 000,00
De entrepiso	14,0	28,0	39 200,00
Superior (corona)	14,0	28,0	39 200,00

Fuente: elaboración propia.

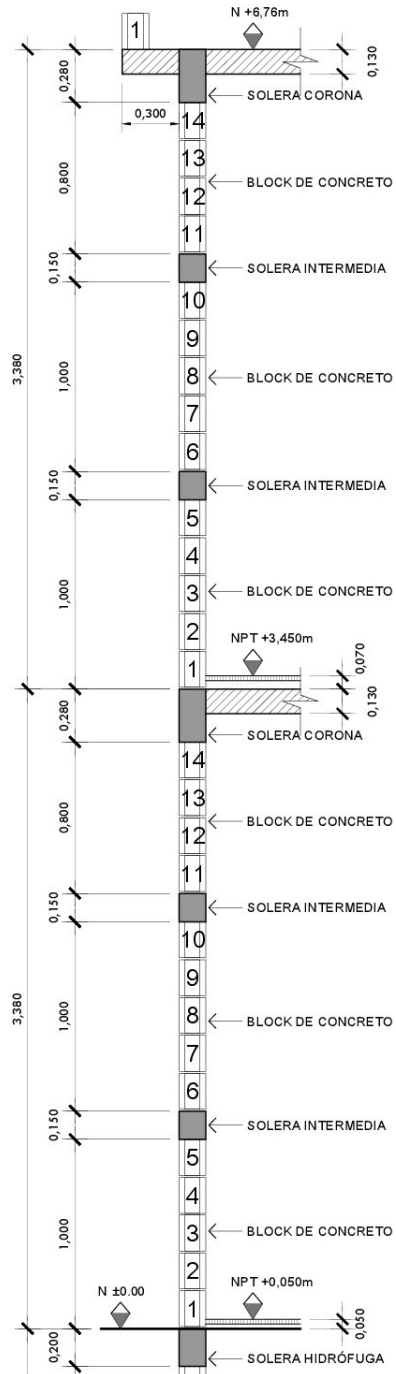
2.7. Fuerzas involucradas para el diseño

En toda estructura se ve involucrada la acción de fuerzas estáticas y fuerzas dinámicas, designadas como cargas verticales y cargas horizontales.

2.7.1. Cargas verticales

Son fuerzas estáticas generadas por las propiedades intrínsecas de los materiales con que se construye la estructura, así como por la permanencia de personas u objetos en ella. Por naturaleza de acción, la fuerza de gravedad está presente implícitamente en toda carga o fuerza vertical. Las cargas verticales se dividen en carga muerta y carga viva.

Figura 9. Distribución típica de soleras en muros



Fuente: elaboración propia, empleando programa AutoCAD.

2.7.1.1. Carga muerta

La carga muerta se genera por los pesos específicos de la masa de los materiales de cada elemento estructural, de los acabados, entre otros, y de todo aquello que permanece estático dentro y sobre la estructura. Por la recurrencia de los materiales, existen determinadas cargas establecidas para su uso:

- Concreto armado = 2 400,0 kg/m³
- Muros de mampostería = 145,0 kg/m²
- Ventanas = 18,0 kg/m²
- Puertas = 15,0 kg/m²
- Acabados + instalaciones = 40,0 kg/m²
- Piso de granito = 65,0 kg/m²

Fuente: ACIS. *Reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR 10*. p. 9-14.

2.7.1.2. Carga viva

Es un tipo de fuerza estática que actúa sobre la estructura y que se genera, principalmente, a partir de la cantidad de seres humanos considerados según el uso que tendrá la estructura. Involucra todo aquello que genera movimiento propio dentro y sobre la estructura. Para el edificio escolar se consideran las siguientes cargas vivas, según AGIES NSE 2-10:

- Por uso escolar = 200,0 kg/m²
- Por uso de corredores y gradas = 500,0 kg/m²
- Por uso en cubierta = 75,0 kg/m²

2.7.2. Cargas horizontales

Son las fuerzas naturales que impactan lateralmente sobre una estructura, siendo estas fuerzas debido al viento, los sismos o la presión del agua o suelo.

Para el diseño del edificio la principal fuerza dinámica a considerar es la de sismo, provocada por el desplazamiento de las placas tectónicas de la Tierra y que generan movimientos oscilantes que impactan drásticamente sobre una estructura.

Tomando en cuenta que Guatemala es un país altamente sísmico no debe ser despreciada esta fuerza al momento de diseñar cualquier tipo de estructura.

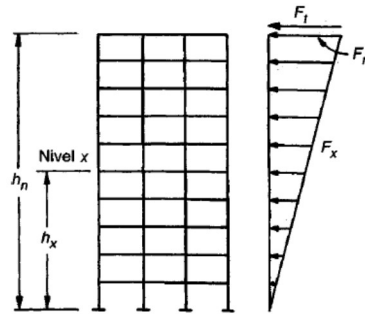
Por ser un evento natural, la fuerza sísmica es poco predecible para tener exactitud en su fuerza y la dinámica de su movimiento. Pero se tienen métodos aproximados con los cuales se determina un valor teórico el cual es conocido como corte basal y que se utiliza para estimar la fuerza de corte que debe soportar la estructura la cual acciona en la base de la estructura.

Esta fuerza se distribuye como fuerzas laterales estáticas en todos los niveles que conformen la estructura.

Para calcular este corte basal, actualmente en nuestro medio la *Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica*, AGIES, propone en su compendio de Normas de seguridad estructural la metodología y parámetros a considerar en la estimación de la fuerza sísmica.

Este procedimiento se indica en el subcapítulo 3.2 de este trabajo.

Figura 10. **Distribución del corte basal**



Fuente: NILSON, Arthur H. *Diseño de estructuras de concreto*. p. 654.

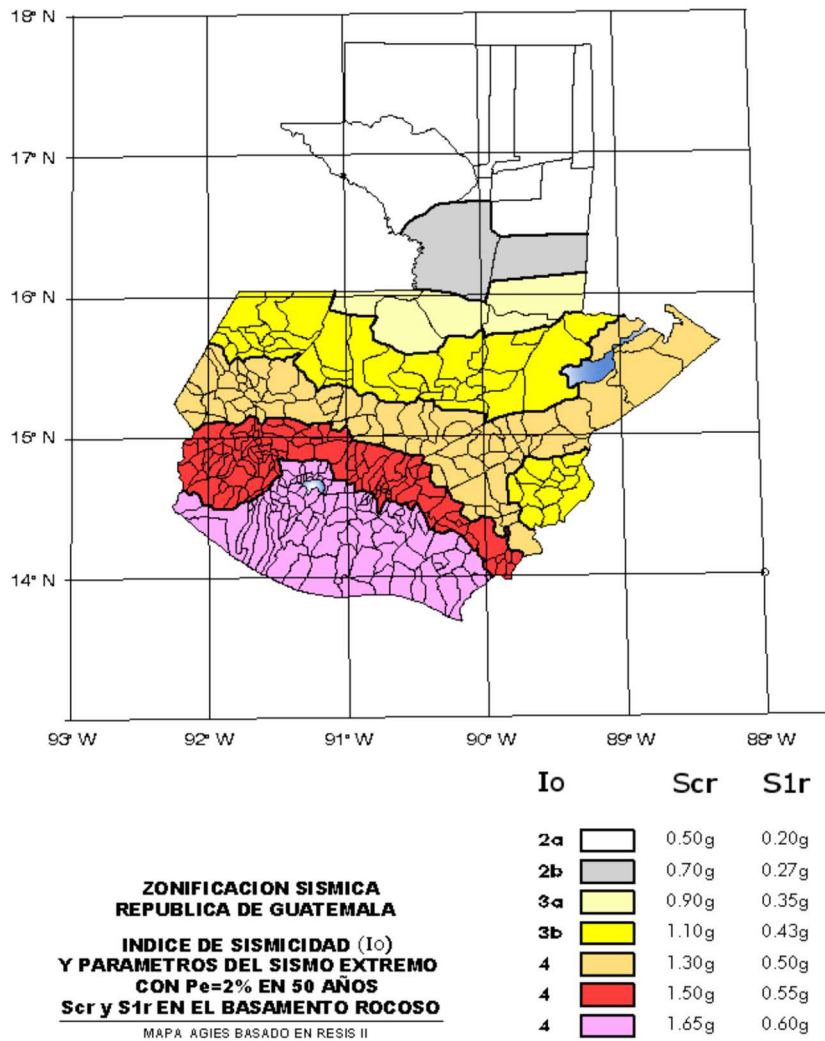
Una consideración importante que resaltar es la zonificación sísmica, que indica las macrozonas en las que se ha dividido el país y en la cual se obtiene el valor nombrado como índice de sismicidad.

El “índice de sismicidad (I_0), que es una medida relativa de la severidad esperada del sismo en una localidad. Incide sobre el nivel de protección sísmica que se hace necesario para diseñar la obra o edificación e incide en la selección del espectro sísmico de diseño.”¹

En la figura 11 se muestra el mapa de zonificación sísmica de Guatemala y del cual se obtendrá el valor de índice de sismicidad para el municipio de San Juan Sacatepéquez. El cuál y en inspección inmediata, se localiza en la franja correspondiente a la zona 4 del mapa.

¹ AGIES. *NSE 2-10 Demandas estructurales, condiciones de sitio y niveles de protección*. p. 10.

Figura 11. **Mapa de amenaza sísmica para Guatemala**



Fuente: AGIES. *NSE 2-10 Demandas estructurales, condiciones de sitio y niveles de protección.*

p. 14.

La carga para sismo resulta en primer lugar, de sumar el peso muerto de la estructura con el 25,0 % de la carga viva actuante, para posteriormente determinar el corte basal. Se muestra en la siguiente tabla la integración del peso de la estructura:

Tabla VI. Integración del peso muerto del edificio

Peso muerto de la estructura							
	Elemento	Ancho, m	Largo, m	h, m	Cantidad	Carga, kg/m ³	Peso sub- total
Estructura E-A	Losa	9,28	26,69	0,12	1,0	2400,00	71332,76
	Viga auxiliar	0,25	7,05	0,37	3,0	2400,00	4695,30
	Vigas en voladizo	0,18	1,25	0,22	8,0	2400,00	950,40
	Remate en voladizo	0,12	26,69	0,22	1,0	2400,00	1691,08
	Columnas tipo A	0,30	0,30	1,83	4,0	2400,00	1581,12
	Columnas tipo B	0,20	0,40	1,83	6,0	2400,00	2108,16
	Columnas tipo C	0,25	0,25	1,83	10,0	2400,00	2745,00
	Solera corona C1	0,14	89,43	0,15		2400,00	4507,27
	Solera intermedia I1	0,14	55,62	0,15		2400,00	2803,25
	Acab. + inst.	9,28	26,69			70,00	17337,82
	Mampostería		55,62	1,20		145,00	9677,88
	Ventanería, puertas baranda				1,0	1000,00	1000,00
						Sub-total=	120430,04
Estructura E-B	Losa aulas	7,73	26,09	0,12	1,0	2400,00	58082,60
	Losa voladizo	2,00	26,13	0,12	1,0	2400,00	15048,00
	Viga auxiliar	0,25	7,05	0,37	3,0	2400,00	4695,30
	Vigas en voladizo	0,18	2,00	0,22	8,0	2400,00	1520,64
	Remate en voladizo	0,12	26,13	0,22	1,0	2400,00	1655,28
	Columnas tipo A	0,30	0,30	3,38	4,0	2400,00	2920,32
	Columnas tipo B	0,20	0,40	3,38	6,0	2400,00	3893,76
	Columnas tipo C	0,25	0,25	3,38	10,0	2400,00	5070,00
	Solera intermedia I2	0,14	84,67	0,15		2400,00	4267,37
	Solera corona C2	0,14	89,43	0,15		2400,00	4507,27
	Solera intermedia I3	0,14	55,62	0,15		2400,00	2803,25
	Acab. + inst. losa aulas	7,73	26,09			105,00	21175,95
	Acab. + inst. losa voladizo	2,00	26,13			40,00	2090,00
	Mampostería 1		55,62	1,80		145,00	14516,82
	Mampostería 2		84,67	1,00		145,00	12277,15
Ventanería, puertas baranda				1,0	1000,00	1000,00	
					Sub-total=	155523,71	
Estructura E-C	Columnas tipo A	0,30	0,30	2,75	4,0	2400,00	2376,00
	Columnas tipo B	0,20	0,40	2,75	6,0	2400,00	3168,00
	Columnas tipo C	0,25	0,25	2,75	10,0	2400,00	4125,00
	Solera intermedia I4	0,14	84,67	0,15		2400,00	4267,37
	Solera hidrófuga	0,14	89,43	0,20		2400,00	6009,70
	Mampostería 1		55,62	0,60		145,00	4838,94
	Mampostería 2		84,67	1,00		145,00	12277,15
Mampostería 3		89,43	0,80		145,00	10373,88	
					Sub-total=	47436,03	
					Total=	323389,79	

Fuente: elaboración propia.

La carga viva a emplear toma solo el 25,0 % del valor de la carga viva total sobre el edificio:

Tabla VII. **Carga viva para corte basal**

Carga viva sobre la estructura							
	Elemento	Ancho, m	Largo, m	h, m	Cantidad	Carga, kg/m ³	Peso sub- total
Nivel 2	Losa	9,28	26,69			75,00	18576,24
						Sub-total=	18576,24
Nivel 1	Losa aulas	7,73	26,33			200,00	40706,18
	Losa corredor	2,00	26,33			500,00	26330,00
						Sub-total=	67036,18
						Total=	85612,42
						25%	21403,11

Fuente: elaboración propia.

Finalmente, la carga total sísmica para el cálculo de corte basal resulta de la sumatoria de la carga muerta del edificio más el 25,0 % de la carga viva total:

$$\begin{aligned}
 \text{Carga muerta de la estructura} &= 323\,389,79 \text{ kg} \\
 \text{Carga viva total (25,0 \%)} &= \underline{21\,403,11 \text{ kg}} \\
 \text{Total} &= 344\,792,90 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

2.7.3. Integración de carga muerta nominal

Las cargas muertas nominales sobre losa serán las siguientes:

$$\text{Peso por espesor de losa} = w_c * t_{\text{losa}} = 2\,400,0 * 0,12 = 312,0 \text{ kg/m}^2$$

- Carga muerta, techo

Losa	=	312,0 kg/m ²
Acabados	=	30,0 kg/m ²
Instalaciones	=	10,0 kg/m ²
Mezclón	=	<u>30,0 kg/m²</u>
Total	=	382,0 kg/m ²

- Carga muerta entrepiso, aulas

Losa	=	312,0 kg/m ²
Acabados	=	30,0 kg/m ²
Instalaciones	=	10,0 kg/m ²
Piso	=	<u>65,0 kg/m²</u>
Total	=	417,0 kg/m ²

- Carga muerta entrepiso, voladizo

Losa	=	312,0 kg/m ²
Acabados	=	30,0 kg/m ²
Instalaciones	=	<u>10,0 kg/m²</u>
Total	=	352,0 kg/m ²

3. CÁLCULOS ESTRUCTURALES DEL EDIFICIO DE DOS NIVELES PARA USO ESCOLAR EN CASERÍO SANTA ROSA, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA

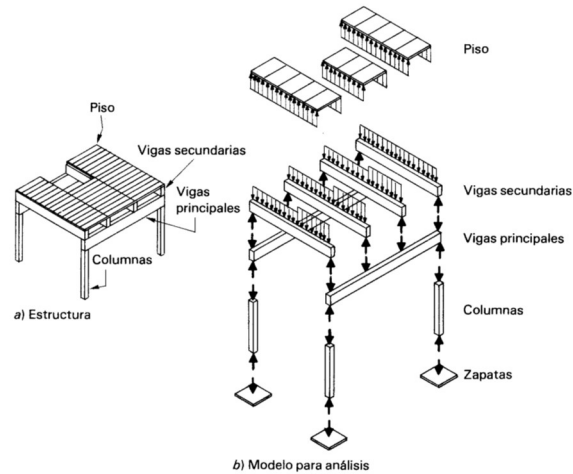
3.1. Diseño estructural

Es el proceso y razonamiento matemático que se realiza para estudiar la incidencia de las fuerzas dinámicas y estáticas que se involucran en una estructura. Tiene como objeto determinar la configuración y las características de los elementos que prestarán el servicio destinado, para cumplir a vitalidad con la seguridad autoportante de la estructura y primordialmente la seguridad hacia las personas que la ocupen. En la actualidad, programas de computación se emplean para este proceso con lo cual la metodología de trabajo se minimiza, pero fundamenta todo el análisis en los procedimientos básicos de escritorio.

3.2. Estimación de fuerza sísmica ejercida

La carga sísmica corresponde a la fuerza dinámica que resulta del desplazamiento de las placas tectónicas en la Tierra. En nuestro país existe la convergencia de tres placas: placa norteamericana, placa del Caribe y placa de Cocos. Por tal razón, se considera que Guatemala es un país altamente sísmico, y que, según los expertos geólogos, la placa de Cocos es la que representa mayor peligro debido al comportamiento de desplazamiento por subducción que tiene esta placa. El tema de placas tectónicas podrá ampliarse en bibliografías referentes al tema de geología estructural.

Figura 12. **Esquema de elementos para análisis en una estructura**



Fuente: MELI, Roberto. *Diseño estructural*. p. 340.

Basándose en las indicaciones que la Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES) presenta en el apartado de su *Norma de seguridad estructural NSE 2-10*, respecto al nivel de protección sísmica, inicialmente se determina la zonificación a la que pertenece el municipio de San Juan Sacatepéquez. El municipio se encuentra dentro de la zonificación 4 conforme se ha considerado la interacción sísmica del país, y junto a ello se dan los parámetros iniciales de sismicidad para este municipio.

Se muestra, a continuación, el procedimiento de la norma iniciando con la selección de parámetros sísmicos según la localidad y posteriormente el cálculo para determinar la fuerza sísmica teórica o corte basal que se ejerce sobre el edificio, así como su distribución en los dos niveles del edificio escolar:

- Parámetros sísmicos

Tabla VIII. **Parámetros sísmicos según localidad del proyecto**

Parámetros sísmicos			
Clasificación de la obra, NSE1 – 3.1.5:	Categoría III, obras importantes		
Índice de sismicidad, NSE2 TABLA “A” – No.217:	Io 4	Scr 1,5	S1r 0,55
Nivel mínimo de protección, NSE2 TABLA 4-1:	D, 10,0 % en 50 años		
Sismo de diseño, NSE2 4.3.2.2: (Fa: NSE2 TABLA 4-2 / Fv: NSE2 TABLA 4-3)	Sismo básico	Fa 1,0	Fv 1,5
Clase de sitio, NSE2 4.5.5:	D		
Factor de escala, NSE2 4.3.4.1:	Kd = 0,66		
Ajuste por clase de sitio, NSE2 4.3.3.2:	Scs= Scr * Fa 1,5	S1s= S1r * Fv 0,825	
Fuente sísmica, NSE2 TABLA 4-5:	Tipo A		
Período de transición (Ts), NSE2 4.3.3.4:	S1d/Scd 0,55		
Espectro calibrado, NSE2 4.3.4.2:	Scd= kd*Scs 0,99	S1d= kd*S1s 0,54	
Aceleración máxima del suelo (AMS), NSE2 4.3.4.3:	AMSd=0,40*Scd 0,40 m/s²		
Componente vertical del sismo, NSE2 4.3.4.4:	Svd=0,15*Scd 0,15		
Fuente sísmica, NSE2 TABLA 4-5:	Tipo A		
Sistema estructural, NSE3 1.5.2:	Sistema de cajón (E2)		
Coeficientes y factores, NSE3 TABLA 1-1:	R 4	Ωr 2,5	Cd 3

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Cálculo de corte basal**

Corte basal estático a cedencia			
Período de vibración empírico, NSE3 2.1.4.1(a):	K_T 0,049	h_n 7,96	x 0,75
	$T = K_T * (h_n)^x$ 0,232		
Demanda sísmica de diseño, NSE2 4.3.4.2:	T 0,232	\leq	T_s 0,55
$S_a(T) = S_{cd}$, si $T \leq T_s$	$S_a(T)$	$=$	S_{cd} 0,99
Coefficiente sísmico (C_s), NSE3 2.1.1.2:	$C_s = S_a(T)/R$ 0,247		
Comprobación de C_s , NSE3 2.1.2.1:	$C_s \geq 0,044 * S_{cd}$ 0,247	\geq	0,0436
	$C_s \geq 0,5 * k_d S_{1r}/R$ 0,247	\geq	0,0681
Corte basal estático a cedencia, (V_B) NSE3 2.1.1:	C_s 0,247	W_s 344792,90	$V_B = C_s * W_s$, kg 85336,24

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Distribución de fuerza sísmica**

Distribución vertical de fuerza sísmica

$$C_{Vx} = \frac{W_x h_x^k}{\sum_{i=1}^n (W_x h_x^k)}$$

k=1, para T ≤ 0,5s
0,232 ≤ 0,5s

WE-A	hN2	WE-A * hN2	WE-B * hN1	CVN2
120430,04	7,96	958623,15	712298,58	0,5737
WE-B	hN1	WE-B * hN1	WE-A * hN2	CVN2
155523,71	4,58	712298,58	958623,15	0,4263
WE-C	hdf	WN1 * hN1	WN2 * hN2	CVN2
47436,03	0,0	0,0	712298,58	0,00

Distribución de fuerza:	CVx	VB	FNx, (kg)	FNx acumulado, (kg)
N2	0,5737	85336,24	48958,19	48958,19
N1	0,4263	85336,24	36378,06	85336,24
NDf	0,0	0,0	0,0	85336,24

Distribución de momentos:	FNx, (ton)	hNi	hNi - hx	MNx acumulado, (Ton)
N2	48,96	7,96	0,00	0,00
N1	36,38	4,58	3,38	165,48
NDf	0,00	0,00	4,58	556,32

Fuente: elaboración propia.

3.3. Diseño de losas

El cálculo del diseño de losas macizas o tipo tradicional se realiza bajo el procedimiento del método 3 o método de coeficientes, el cual es sustraído del código ACI 318-63. A pesar de que el método ya no es publicado desde 1971 y que no ha sido derogado, se continúa utilizando por su simplicidad de cálculo y que satisface los criterios de resistencia y funcionamiento que establece el apartado 13.5.1 del código ACI318-05.

A continuación, se describe el procedimiento de diseño para los paneles de la losa del primer nivel del edificio escolar.

3.3.1. Diseño de losas, nivel uno

Los paneles de losa reforzada a diseñar serán de tipo tradicional en el nivel uno, o entepiso, como se conoce en una estructura de dos niveles.

- Especificaciones
 - Resistencia del concreto a la compresión, $f'_c = 210,0 \text{ kg/cm}^2$
 - Resistencia a la fluencia del acero, $f_y = 2\,800,0 \text{ kg/cm}^2$
 - Peso unitario del concreto armado, $w_c = 2\,400,0 \text{ kg/m}^3$
 - Espesor de losa, $t = 12,0 \text{ cm}$
 - Carga muerta de servicio aulas, $CM_{N1au} = 105,0 \text{ kg/m}^2$
 - Carga muerta de servicio voladizo, $CM_{N1vo} = 40,0 \text{ kg/m}^2$
 - Carga viva de servicio en aulas, $CV_{N1au} = 200,0 \text{ kg/m}^2$
 - Carga viva de servicio en voladizo, $CV_{N1vo} = 500,0 \text{ kg/m}^2$

- Integración de cargas últimas

- Carga muerta última, aulas

$$CMUN_{1au} = 1,4 (CMN_{1au} + w_c * t)$$

$$CMUN_{1au} = 1,4 (105,0 \text{ kg/m}^2 + (2 \text{ 400,0 kg/m}^3 * 0,12 \text{ m}))$$

$$CMUN_{1au} = 550,20 \text{ kg/m}^2$$

- Carga viva última, aulas

$$CVUN_{1au} = 1,7 (CVN_{1au})$$

$$CVUN_{1au} = 1,7 (200,0 \text{ kg/m}^2)$$

$$CVUN_{1au} = 340,00 \text{ kg/m}^2$$

- Carga muerta última, voladizo

$$CMUN_{1vo} = 1,4 * (CMN_{1vo} + w_c * t)$$

$$CMUN_{1vo} = 1,4 * (40,0 \text{ kg/m}^2 + (2 \text{ 400,0 kg/m}^3 * 0,12 \text{ m}))$$

$$CMUN_{1au} = 459,20 \text{ kg/m}^2$$

- Carga viva última, voladizo

$$CVUN_{1vo} = 1,7 * (CVN_{1vo})$$

$$CVUN_{1vo} = 1,7 * (500,0 \text{ kg/m}^2)$$

$$CVUN_{1vo} = 850,00 \text{ kg/m}^2$$

- Carga total última, aulas

$$CTUN_{1au} = CMUN_{1au} + CVUN_{1au}$$

$$CTUN1au = (550,20 + 340,0) \text{ kg/m}^2$$

$$CMUN1au = 890,20 \text{ kg/m}^2$$

- Carga total última, voladizo

$$CTUN1vo = CMUN1vo + CVUN1vo$$

$$CTUN1vo = (459,20 + 850,0) \text{ kg/m}^2$$

$$CMUN1vo = 1\,309,20 \text{ kg/m}^2$$

Propiamente con el procedimiento del método 3, se chequea si los paneles de la losa trabajan en una o dos direcciones, que no es más que estimar si la distribución de acero de refuerzo será en uno o dos sentidos según la relación del lado corto sobre el lado largo del mismo. Tras ello se procede al empleo de los coeficientes según el caso de ubicación del panel y de la relación anterior para determinar los momentos actuantes en la losa. Ver figura 6 en la página 22.

Al existir paneles semejantes, tanto en dimensiones como en continuidad, únicamente se calculará una sola vez y representarán los resultados para ambos. Las dimensiones por emplearse deben tomarse en cuenta como la luz entre apoyos que cubre cada panel; por lo que se descuentan en cada medida a eje 14,0 cm que es el espesor de muros para este caso. El método se aplica de la siguiente forma:

- Momentos actuantes en la losa, $M (\pm)$

El procedimiento de cálculo de momentos actuantes por el método 3, emplea las siguientes fórmulas:

- Momentos negativos

$$MA (-) = CA * CTU * A^2$$

$$MB (-) = CB * CTU * B^2$$

- Momentos positivos

$$MA (+) = C_{ACM} * CMU * A^2 + C_{ACV} * CVU * A^2$$

$$MB (+) = C_{BCM} * CMU * B^2 + C_{BCV} * CVU * B^2$$

- Momentos negativos en lados sin continuidad

$$MA (-)_{\neq} = 1/3 MA (+)$$

$$MB (-)_{\neq} = 1/3 MB (+)$$

Donde:

- CA = coeficiente para momentos, correspondiente al lado corto del panel
- CB = coeficiente para momentos, correspondiente al lado largo del panel
- $C_{ACM/CV}$, $C_{BCM/CV}$ = coeficientes para momentos según la carga analizada
- CTU = carga total última
- CMU , CVU = carga muerta última, carga viva última
- A = longitud libre menor del panel
- B = longitud libre mayor del panel

Para ejemplificar este procedimiento, se describe a continuación el cálculo en tres paneles de la losa de entrepiso con diferente situación. Para las dos losas del edificio se rige por este procedimiento. Posterior a esta ejemplificación se muestra el esquema final de momentos encontrados en la losa:

- Panel tipo 1

Figura 13. **Silueta del panel tipo 1, nivel 1**



Fuente: elaboración propia.

- $A = 3,76$ m.
- $B = 7,45$ m.
- Caso 4 = apoyo en dos lados.
- Relación $A/B = 3,76 / 7,45 = 0,505$. Es mayor a 0,50 la losa en este panel trabaja en dos direcciones.

$$MA (-) = 0,094 * 923,80 * 14,14 \text{ m} = 1\ 227,67 \text{ kg-m}$$

$$MB (-) = 0,006 * 923,80 * 55,50 \text{ m} = 307,64 \text{ kg-m}$$

$$MA (+) = (0,059 * 583,80 * 14,14) + (0,077 * 340,0 * 14,44) = 857,08 \text{ kg-m}$$

$$MB (+) = (0,004 * 583,80 * 55,50) + (0,005 * 340,0 * 55,50) = 223,96 \text{ kg-m}$$

$$MA (-)\neq = 1/3 * 857,08 = 285,69 \text{ kg-m}$$

$$MB (-)\neq = 1/3 * 223,96 = 74,65 \text{ kg-m}$$

- Panel tipo 4

Figura 14. **Silueta del panel tipo 4, nivel 1**



Fuente: elaboración propia.

- $A = 3,725 \text{ m}$.
- $B = 7,21 \text{ m}$.
- Caso 2 = apoyo en 4 lados.
- Relación $A/B = 3,725 / 7,21 = 0,52$. Es mayor a 0,50 la losa en este panel trabaja en dos direcciones.

$$MA (-) = 0,086 * 923,80 * 13,88 \text{ m} = 1\ 102,37 \text{ kg-m}$$

$$MB (-) = 0,006 * 923,80 * 51,98 \text{ m} = 288,14 \text{ kg-m}$$

$$MA (+) = (0,037 * 583,80 * 13,88) + (0,066 * 340,0 * 13,88) = 611,09 \text{ kg-m}$$

$$MB (+) = (0,002 * 583,80 * 51,98) + (0,004 * 340,0 * 51,98) = 131,40 \text{ kg-m}$$

$$MA (-)_{\neq} = 1/3 * 857,08 = 203,70 \text{ kg-m}$$

$$MB (-)_{\neq} = 1/3 * 223,96 = 43,80 \text{ kg-m}$$

- Panel tipo 7

Figura 15. **Silueta del panel tipo 7, nivel 1**



Fuente: elaboración propia.

- A = 2,00 m.
- B = 7,21 m.
- Caso 8 = apoyo en 3 lados.
- Relación A/B = 2,00 / 7,21 = 0,28. Es menor a 0,50 la losa en este panel trabaja en dirección del lado corto. No se calcula por factores.

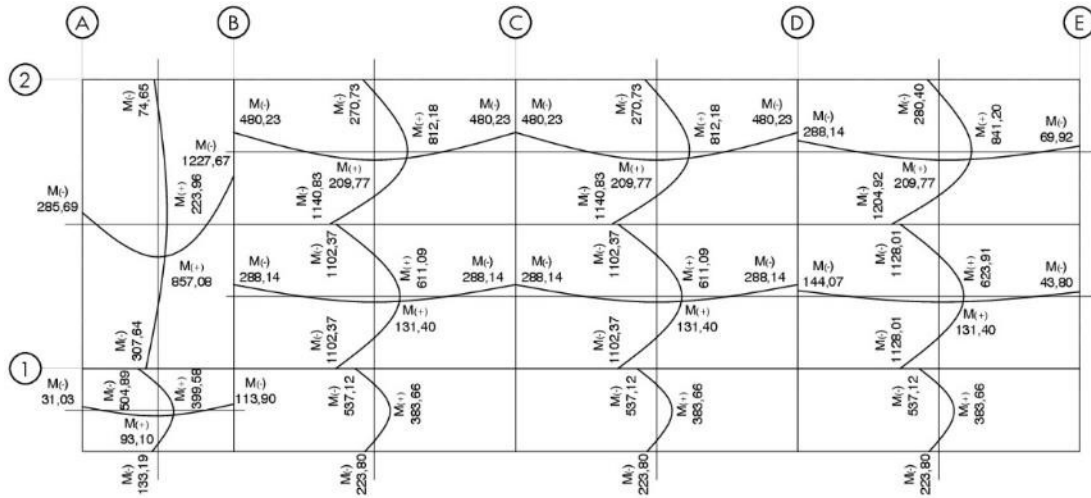
$$MA (-) = \frac{CTU * A^2}{10} = \frac{1\ 342,80 * 4}{10} = 537,12 \text{ kg-m}$$

$$MA (-) = \frac{CTU * A^2}{14} = \frac{1\ 342,80 * 4}{14} = 383,66 \text{ kg-m}$$

$$MA (-) = \frac{CTU * A^2}{24} = \frac{1\ 342,80 * 4}{24} = 223,80 \text{ kg-m}$$

Los momentos finales en cada panel de la losa se muestran a continuación:

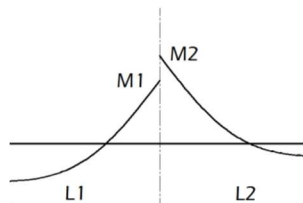
Figura 16. Esquema de momentos en losa, nivel 1



Fuente: elaboración propia, empleando programa AutoCAD.

En algunos límites de continuidad entre paneles, los valores de momentos negativos son semejantes o existe diferencia entre ellos. Al haber diferencia en los valores de continuidad es necesario hacer un balance de momentos (MB) para reducir la incidencia de esfuerzos del momento mayor y tener un mismo valor para que el acero de refuerzo contrarreste en estos puntos.

Figura 17. Gráfica de momento entre losas



Fuente: elaboración propia.

El procedimiento se basa en el siguiente concepto:

Sí $M1 > 0,8 * M2$; entonces $MB = (M1 + M2) / 2$.

Sí $M1 < 0,8 * M2$; MB se distribuye proporcional a la rigidez de las losas.

- Balance de momentos

Se ejemplifica a continuación las dos situaciones de balance de momentos que pueden existir en una losa:

- Balance entre paneles 4 y 7

$$M4 = 1\ 102,37 \text{ kg-m} \quad / \quad M7 = 537,12 \text{ kg-m}$$

$$537,12 > (0,80 * 1\ 227,67)$$

$$537,12 > 982,14$$

M4 no es mayor, deben redistribuirse los momentos

$$K4 = \frac{1}{L} = \frac{1}{3,725} = 0,269$$

$$K7 = \frac{1}{L} = \frac{1}{2} = 0,50$$

$$D4 = \frac{K4}{K4+K7} = \frac{0,269}{0,269+0,50} = 0,35$$

$$D7 = \frac{K7}{K7 + K4} = \frac{0,50}{0,50+0,269} = 0,65$$

$$MB4 = M4 - (M4 - M7) * D4$$

$$MB4 = 1\ 102,37 - ((1\ 102,37 - 537,12) * 0,35)$$

$$MB4 = 904,53 \text{ kg-m}$$

$$MB7 = M7 + (M7 - M4) * D4$$

$$MB_4 = 537,12 + ((1\ 102,37 - 537,12) * 0,65)$$

$$MB_4 = 904,53 \text{ kg-m}$$

- Balance entre paneles 4 y 2

$$M_4 = 1\ 102,37 \text{ kg-m} \quad / \quad M_2 = 1\ 140,83 \text{ kg-m}$$

$$1\ 102,37 > (0,80 * 1\ 140,83)$$

$$1\ 102,37 > 912,66$$

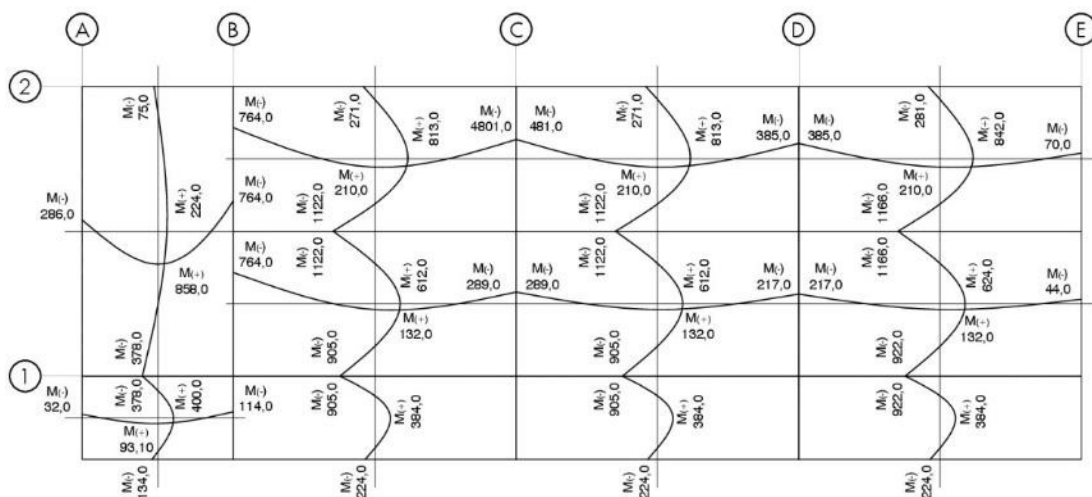
M4 es mayor, se deben promediar los momentos

$$MB_{4-7} = (M_4 + M_7) / 2$$

$$MB_{4-7} = (1\ 102,37 + 1\ 140,83) / 2$$

$$MB_{4-7} = 1\ 121,60 \text{ kg-m}$$

Figura 18. **Esquema de momentos finales en losa, nivel 1**

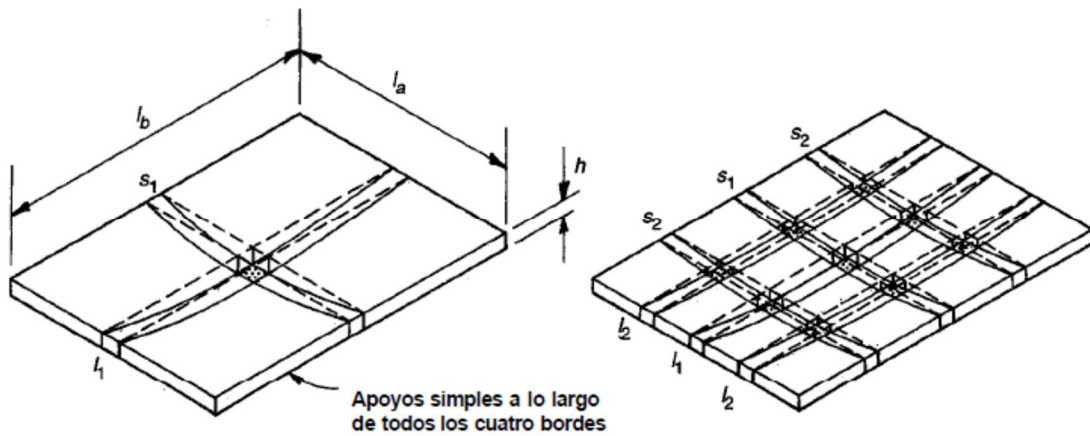


Fuente: elaboración propia, empleando programa AutoCAD.

- Diseño de armado de losa para refuerzo en dos direcciones

El principio de análisis para una losa considera varias vigas una tras otra y perpendiculares entre sí. Se asume entonces una franja unitaria de ancho efectivo igual a 1,00 m para el cálculo de las áreas de acero que soportan los momentos generados en la losa, debido a las cargas de trabajo.

Figura 19. **Franjas de flexión en losa bidireccional**



Fuente: NILSON, Arthur. *Diseño de estructuras de concreto*. p. 374.

- Especificaciones
 - Resistencia del concreto a la compresión, $f'_c = 210,0 \text{ kg/cm}^2$
 - Resistencia a la fluencia del acero, $f_y = 2\,800,0 \text{ kg/cm}^2$
 - Espesor de losa, $t = 12,0 \text{ cm}$
 - Ancho unitario, $b = 1,0 \text{ m}$
 - Recubrimiento, $\text{rec} = 2,0 \text{ cm}$
 - Diámetro del refuerzo propuesto, $\varnothing = 1,27 \text{ cm}$ (No.4)

- Cálculo de acero mínimo, A_{smin}

El apartado ACI 318S-08, sección 10.5.1 indica el refuerzo mínimo que deberá tener cualquier elemento a flexión, tal es el caso de las losas. Es necesario calcular el peralte efectivo “d”, en la losa:

$$d = t - rec - \frac{\emptyset}{2} = 12,0 - 2,0 - \frac{1,27}{2} = 9,365 \text{ cm}$$

$$A_{smin} = \frac{0,80 * \sqrt{f'c}}{f_y} bd = \frac{0,80 * \sqrt{210,0}}{2800,0} (100,0) (9,365) = 3,88 \text{ cm}^2$$

Pero A_{smin} no menor a:

$$A_{smin} = \frac{14bd}{f_y} = \frac{14 * (100) (9,365)}{2800,0} = 4,68 \text{ cm}^2$$

Con el resultado de A_{smin} se calcula el espaciamiento que requiere el área del diámetro de acero propuesto dentro del ancho unitario de análisis. Se debe tomar en cuenta el apartado ACI 318S-08, sección 7.6.5 donde indica que la separación del refuerzo no debe ser mayor a 3 veces el espesor de la losa o 450,0 mm:

$$S_{A_{smin}} = \frac{(1,267 \text{ cm}^2) (100 \text{ cm})}{4,68 \text{ cm}^2} = 27,07 \text{ cm}$$

$$3t < S_{A_{smin}} < 45\text{cm}$$

$$36,0 \text{ cm} < 27,07 \text{ cm} \nlessgtr 45,0 \text{ cm}$$

La separación máxima obtenida para el valor de A_{smin} igual a $4,68 \text{ cm}^2$ está dentro del rango establecido, por lo que se determina el momento que soporta dicha cantidad de acero:

$$M_{Asmin} = \phi * \left[A_{smin} * f_y * \left(d - \frac{A_{smin} * f_y}{1,7 * f_c * b} \right) \right]; \phi=0,90$$

$$M_{Asmin} = 0,90 * \left[4,68 * 2 800 * \left(9,365 - \frac{4,68 * 2 800}{1,7 * 210,0 * 100,0} \right) \right]$$

$$M_{Asmin} = 106 118,12 \text{ kg-cm}$$

$$M_{Asmin} = 1 061,18 \text{ kg-m}$$

El resultado obtenido no logra abarcar todos los momentos encontrados en los diferentes paneles de la losa del nivel uno. Es necesario entonces calcular el área de acero correspondiente para esos momentos, así como el espaciamiento respectivo. Nuevamente se empleará varilla No.4 (ϕ 1,27cm) para el armado en los paneles calculados.

Se hará el procedimiento de cálculo del momento negativo mayor en A del panel No.2 para ejemplificar; con base en este será igual el proceso de cálculo para todos los momentos que son mayores al valor del momento de A_{smin} . Una tabla resumen mostrará los valores encontrados.

- $M_A (-) = 1 122,0 \text{ kg-m}$ / panel No. 2

$$A_s = \frac{0,85 * f_c}{f_y} \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_u * b}{0,003825 * f_c}} \right]$$

$$A_s = \frac{0,85 * 210,0}{2 800,0} \left[100,0 * 9,365 - \sqrt{(100,0 * 9,365)^2 - \frac{1 122,0 * 100,0}{0,003825 * 210,0}} \right]$$

$$A_s = 4,96 \text{ cm}^2$$

$$S = \frac{(1,267 \text{ cm}^2) (100 \text{ cm})}{4,96 \text{ cm}^2} = 25,54 \text{ cm}$$

- Cálculo de acero máximo, A_{smax}

Para conocer la cantidad máxima de acero en el área rectangular se emplea la ecuación B-1 del apartado ACI 318S-08, sección B.8.4.2, la que, a su vez, debe reducirse en un 75,0 % del valor obtenido de la cuantía balanceada:

$$\rho_b = \frac{0,85 \beta_1 f'_c}{f_y} * \left(\frac{6\ 120}{6\ 120 + f_y} \right); \beta_1 = 0,85 \text{ (ACI 318S-08, sección 10.2.7.3)}$$

$$\rho_b = \frac{0,85 * 0,85 * 210,0}{2\ 800,0} * \left(\frac{6\ 120}{6\ 120 + 2\ 800,0} \right) = 0,03718$$

$$A_{smax} = 0,75 \rho_b b d$$

$$A_{smax} = 0,75 * 0,03718 * 100,0 \text{ cm} * 9,365 \text{ cm} = 26,12 \text{ cm}^2$$

Con el valor de A_{smax} se determina el momento que soporta dicha cantidad de acero:

$$M_{Asmax} = \emptyset * \left[A_{smax} * f_y * \left(d - \frac{A_{smax} * f_y}{1,7 * f'_c * b} \right) \right]; \emptyset = 0,90$$

$$M_{Asmax} = 0,90 * \left[26,12 * 2\ 800 * \left(9,365 - \frac{26,12 * 2\ 800}{1,7 * 210,0 * 100,0} \right) \right]$$

$$M_{Asmax} = 481\ 581,20 \text{ kg-cm}$$

$$M_{Asmax} = 4\ 815,81 \text{ kg-m}$$

Tabla XI. **Resumen de áreas de acero y espaciamiento para momentos mayores a A_{smin}**

Área de acero para momentos superiores a A_{smin}							
Losa nivel uno	Panel	Momento A_{smin} , kg-m	Momento requerido, kg-m	Momento A_{smax} , kg-m	As requerido, cm ²	Ø Varilla, cm	S, cm
	1		858,00		3,37		37,59
	2		1122,00		4,45		28,50
	3		1166,00		4,63		27,39
	3	894,23	842,00	4815,81	3,31	1,267	38,32
	4		905,00		3,56		35,58
	4		922,00		3,63		34,91
	7		905,00		3,56		35,58

Fuente: elaboración propia.

- Diseño de armado de losa para refuerzo en una dirección

En las losas donde solo se calcula el refuerzo para los momentos generados en el sentido corto, el apartado ACI 318S-08, sección 7.12.1 exige el uso de refuerzo de retracción y temperatura en sentido perpendicular al refuerzo a flexión. Es decir, deberán colocarse varillas de acero en el sentido largo de la losa con el objeto de contrarrestar las variaciones sufridas por los cambios de temperatura en el concreto. Evitando así el apareamiento de grietas o fallas indeseadas.

Debe considerarse una cuantía de refuerzo (ρ) igual a 0,0020 como indica el apartado ACI 318S-08, sección 7.12.2.1 (a). Además, no debe tener una separación mayor a 5 veces el espesor de losa o 450,0 mm como indica el apartado ACI-08, sección 7.12.2.2.

- Cálculo de refuerzo de retracción y temperatura

$$A_s = \rho * b * t$$

$$A_s = 0,0020 * 100,0 \text{ cm} * 12,0 \text{ cm} = 2,40 \text{ cm}^2$$

Empleando varilla No.3 para el refuerzo, $A_s = 0,7125 \text{ cm}^2$:

$$S = \frac{(0,7125 \text{ cm}^2) (100,0 \text{ cm})}{2,40 \text{ cm}^2} = 29,69 \text{ cm}$$

$$29,69 \text{ cm} < 45,0 \text{ cm} < 65,0 \text{ cm}$$

La separación es correcta ya que no sobrepasa los límites exigidos. Se propone espaciar a 20,0 cm el acero de refuerzo.

- Revisión del esfuerzo de corte en la losa

Es necesario rectificar que el espesor de losa sea el correcto para que la fuerza de corte generada en los paneles no sobrepase el esfuerzo de corte propio del concreto. La revisión se realiza para cada uno de los lados de los paneles. Se muestra a continuación el procedimiento:

- Esfuerzo de corte del concreto:

$$V_c = \phi * 0,53 * \sqrt{f_c} * b * d; \phi = 0,85$$

$$V_c = 0,85 * 0,53 * \sqrt{210,0} * 100,0 * 9,365 = 6 \ 113,81 \text{ kg}$$

- Panel 3 / A = 3,725 m / B = 7,21 m
CTUN1au = 923,80 kg/m²

$$V = \frac{CTU * b * L}{2}$$

$$V_A = \frac{923,80 * 1,0 * 3,725}{2} = 1\ 720,60 \text{ kg}$$

$$V_B = \frac{923,80 * 1,0 * 7,21}{2} = 3\ 330,30 \text{ kg}$$

Los esfuerzos de corte en el panel 3 no sobrepasan el esfuerzo de corte del concreto por lo que el espesor es correcto.

Tabla XII. **Resumen de esfuerzos de corte en paneles de losa, nivel 1**

Esfuerzos de corte en losa					
	Panel	Corte en A, kg	Corte en B, kg	Corte del concreto, kg	Cumple
Losa nivel uno	1	1736,74	3441,16		Sí
	2	1720,58	3330,30		Sí
	3	1720,58	3330,30		Sí
	4	1720,58	3330,30	6113,81	Sí
	5	1720,58	3330,30		Sí
	6	1342,80	2524,46		Sí
	7	1342,80	4840,79		Sí
	8	1342,80	4840,79		Sí

Fuente: elaboración propia.

3.4. Diseño de vigas

Para el proyecto del edificio escolar se consideran dos tipos de situación de apoyo de las vigas de concreto armado a construir en la estructura. La primera es la viga V-1, que se utilizará como auxiliar para cargar en la parte media de la losa de las aulas y que contribuye a disminuir la luz libre de cobertura de la losa; logra, además, que el peralte de losa disminuya. Esta viga se rige bajo el concepto estático de simplemente apoyada.

El segundo tipo de viga V-2, se utilizará en los voladizos del edificio y que tendrá dos variantes debido a su longitud. En el voladizo del primer nivel se considera la longitud de la viga para uso de pasillo y protección de sombra y lluvia; mientras que en el segundo nivel la longitud de voladizo es menor con el propósito de protección de sombra y lluvia. Estas vigas se rigen bajo el concepto estático de viga en voladizo.

Se describe a continuación el cálculo de los dos tipos de vigas para el primer nivel:

- Especificaciones
 - Resistencia del concreto a la compresión, $f'_c = 210,0 \text{ kg/cm}^2$
 - Resistencia a la fluencia del acero, $f_y = 2\ 800,0 \text{ kg/cm}^2$
 - Peso unitario del concreto armado, $w_c = 2\ 400,0 \text{ kg/m}^3$
 - Espesor de losa, $t = 12,0 \text{ cm}$
 - Carga total última aulas nivel 1, $CTUN_{1au} = 923,80 \text{ kg/m}^2$
 - Carga total última voladizo nivel 1, $CTUN_{1vo} = 1\ 342,80 \text{ kg/m}^2$
 - Sección viga tipo V-1N = b: 25,0 cm / h: 50,0 cm
 - Sección viga tipo V-2N = b: 18,0 cm / h: 35,0 cm

3.4.1. Diseño de viga tipo V-1N1

- Datos

- $b = 25,0 \text{ cm.}$
- $h_{\text{efectiva}} = h - t = 50,0 \text{ cm} - 12,0 \text{ cm} = 38,0 \text{ cm.}$
- Área tributaria, $A_t = 20,70 \text{ m}^2.$
- Luz libre, $l = 7,05\text{m.}$
- Recubrimiento, $\text{rec} = 4,0 \text{ cm.}$
- $W_{\text{viga}} = b * h_{\text{efectiva}} * w_c = 0,25 \text{ m} * 0,38 \text{ m} * 2\ 400,0 \text{ kg/m}^3 = 228,0 \text{ kg/m.}$

- Cálculo de momentos fijos

Ya que la viga solo soportará carga distribuida, se emplea entonces la ecuación correspondiente para conocer los momentos generados en los extremos de apoyos. Previamente, se calcula la carga uniformemente distribuida sobre la viga:

$$W_{N1} = \frac{A_t * C_U}{l} + W_{\text{viga}} = \frac{20,70 * 923,80}{7,05} + 228,0 = 2\ 940,43 \text{ kg/m}$$

$$M_{N1(\pm)} = \frac{W_{N1} * l^2}{12} = \frac{2\ 940,43 * 7,05^2}{12} = 12\ 178,89 \text{ kg-m}$$

El valor de momento obtenido se utilizará como momento negativo generado en la viga; es igual para ambos extremos de la viga, pero con sentido contrario.

El momento positivo de la viga se calcula como:

$$MN1(+) = \frac{WN1 * l^2}{8} - \frac{M(+)+ M(-)}{2}$$
$$MN1(+) = \frac{2\,940,43 * 7,05^2}{8} - \frac{12\,178,89 - (-12\,178,89)}{2} = 6\,089,45 \text{ kg-m}$$

- Cálculo de áreas de acero permitidas
 - Acero mínimo, A_{smin}

El apartado ACI 318S-08, sección 10.5.1 indica el refuerzo mínimo que deberá tener cualquier elemento a flexión, tal es el caso para vigas. Es necesario calcular el peralte efectivo d , y se considera el uso de varilla No. 6 como refuerzo principal en la viga y varilla No. 3 como refuerzo de corte:

$$d = h - rec - \emptyset_{estribo} - \frac{\emptyset_{principal}}{2} = 50,0 - 4,0 - 0,9525 - \frac{1,905}{2} = 44,095 \text{ cm}$$

$$A_{smin} = \frac{0,8 * \sqrt{f_c} * bd}{f_y}$$

$$A_{smin} = \frac{0,8 * \sqrt{210} * 25,0 * 44,095}{2\,800} = 4,56 \text{ cm}^2$$

El apartado indicado, también, solicita comprobar que el valor obtenido no debe ser menor a:

$$A_{smin} = \frac{14 * b * d}{f_y}$$

$$A_{smin} = \frac{14 * 25,0 * 44,095}{2 800,0} = 5,51 \text{ cm}^2$$

El valor obtenido de 5,51 cm² será el empleado como acero mínimo en esta viga.

- Acero máximo, A_{smax}

La viga debe tener un límite en el área de acero de refuerzo. Se calcula como $0,5\rho_bbd$, donde ρ_b representa la cuantía de refuerzo que produce condiciones balanceadas de deformación unitaria sobre el área bd . El apartado ACI 318S-08, sección B.8.4.2 indica que ρ_b se calcula como:

$$\rho_b = \frac{0,85 \beta_1 f_c}{f_y} * \left(\frac{6 120}{6 120 + f_y} \right); \beta_1 = 0,85 \text{ (ACI 318S-08, sección 10.2.7.3)}$$

$$\rho_b = \frac{0,85 * 0,85 * 210,0}{2 800,0} * \left(\frac{6 120}{6 120 + 2 800,0} \right) = 0,03718$$

$$A_{smax} = 0,5 \rho_b bd$$

$$A_{smax} = 0,5 * 0,03718 * 25,0 * 44,095 = 20,50 \text{ cm}^2$$

- Área de acero requerido por los momentos

$$A_s = \frac{0,85 * f_c}{f_y} \left[b*d - \sqrt{(b*d)^2 - \frac{MU * b}{0,003825 * f_c}} \right]$$

$$A_{s(M-)} = \frac{0,85 * 210,0}{2 800,0} \left[(25,0 * 44,095) - \sqrt{(25,0 * 44,095)^2 - \frac{12 178,89 * 25,0}{0,003825 * 210,0}} \right]$$

$$A_s(M-) = 11,98 \text{ cm}^2$$

$$A_s(M+) = \frac{0,85 * 210,0}{2 * 800,0} \left[(25,0 * 44,095) - \sqrt{(25,0 * 44,095)^2 - \frac{6 * 089,45 * 25,0}{0,003825 * 210,0}} \right]$$

$$A_s(M+) = 5,71 \text{ cm}^2$$

Debe considerarse las siguientes indicaciones del apartado ACI 318S-08, sección 21.5.2 para el refuerzo longitudinal:

- ACI 318S-08, sección 21.5.2.1: el área de refuerzo del elemento a flexión, tanto superior como inferior, no debe ser menor al A_{smin} calculado. La cuantía de refuerzo, ρ , no debe exceder 0,025. Disponer dos barras continuas tanto en la parte superior como inferior.
- ACI 318S-08, sección 21.5.2.2: la resistencia al momento positivo en la cara del nudo no debe ser menor que la mitad de la resistencia a momento negativo proporcionada en esa misma cara.
- ACI 318S-08, sección 21.5.2.3: el traslape de barras longitudinales debe estar complementado con estribos en todo el largo de empalme y estos no deben exceder una separación menor de $d/4$ o 100,0 mm. No se permite traslape en: nudos, o en una distancia de $2h$ medida desde la cara del nudo.

- Distribución de acero longitudinal
 - Acero en cama superior

El acero en la cama superior servirá de alma en toda la longitud de la viga y a su vez resistir el momento negativo que se genera. Regularmente, el área de las varillas continuas no es suficiente para cubrir el valor de momento, por lo que se complementa el área faltante con el uso de bastones en los extremos de la armadura.

La selección de área se realiza comparando el A_{smin} de la viga contra el 33,0 % del área del momento negativo; se escoge, entonces, el de mayor valor:

- $A_{smin} = 5,51 \text{ cm}^2$
- $0,33 A_{sM(-)} = 0,33 * 11,96 = 3,95 \text{ cm}^2$

$$\text{Acero corrido en cama superior} = 5,51 \text{ cm}^2$$

$$\text{Área 2 varillas No. 6} = 2 * 2,85 \text{ cm}^2 = 5,70 \text{ cm}^2 > 5,51 \text{ cm}^2 \checkmark$$

$$A_{s(M-)} \text{ faltante} = 11,98 - 5,70 = 6,28 \text{ cm}^2$$

$$\text{Área 2 varillas No. 6 + varilla No.4} = 5,70 + 1,267 = 6,96 \text{ cm}^2$$

$$A_{s(M-)} = 5,70 + 6,96 = 12,66 \text{ cm}^2 > 11,98 \text{ cm}^2 \checkmark$$

- Acero en cama inferior

El acero en la cama inferior servirá de alma en toda la longitud de la viga y a su vez resistir el momento positivo que se genera. Regularmente, el área de

las varillas continuas es suficiente para cubrir el valor de momento, en caso contrario se complementa con el uso de una tensión similar a la de las losas.

La selección de área se realiza comparando el A_{smin} de la viga contra el 50% del área del momento negativo y 50,0 % del área del momento positivo y, escogiendo entonces el de mayor valor:

- $A_{smin} = 5,51 \text{ cm}^2$
- $0,50 A_{SM(-)} = 0,50 * 11,98 = 5,99 \text{ cm}^2$
- $0,50 A_{SM(+)} = 0,50 * 5,71 = 2,86 \text{ cm}^2$

Acero corrido en cama inferior = $5,99 \text{ cm}^2$

Área 2 varillas No. 6 + varilla No. 4 = $5,70 + 1,267 = 6,96 \text{ cm}^2 \checkmark$

$$6,96 \text{ cm}^2 > 5,51 \text{ cm}^2 \checkmark$$

$$6,96 \text{ cm}^2 > 5,99 \text{ cm}^2 \checkmark$$

$$6,96 \text{ cm}^2 > 2,86 \text{ cm}^2 \checkmark$$

Por lo tanto, cumple.

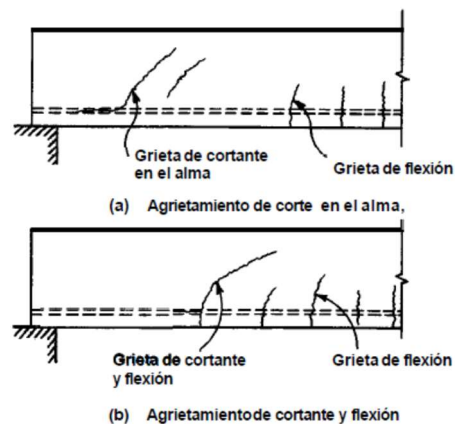
- Revisión del esfuerzo de corte en la viga

El efecto flexionante que provoca la carga sobre una viga hace que en los extremos de apoyo se generen la mayor concentración de esfuerzos. Entre estos, el esfuerzo de corte. Esta fuerza puede ser contrarrestada, en una parte, por las propiedades del concreto siempre y cuando no le sobrepase.

Aun así, debido a la falta de flexibilidad del concreto el apareamiento de grietas importantes se da en los extremos de la viga llevando a una posible falla

total de la viga. Por lo que el uso de estribos confinados contribuye a que la resistencia en esos puntos sea mayor. A su vez, los estribos ayudan a que el esfuerzo del concreto no sea sobrepasado.

Figura 20. **Agrietamiento de viga debido a fuerza cortante**



Fuente: NILSON, Arthur. *Diseño de estructuras de concreto*. p. 111.

Es necesaria la revisión del esfuerzo de corte del concreto para saber si este resiste la fuerza cortante provocada por la carga y considerar la redistribución de estribos si así lo requiere. Así mismo, es importante tomar nota de las siguientes disposiciones que resalta el código ACI 318S-08:

- ACI 318S-08, sección 7.11.1: el refuerzo en vigas se consigue con el empleo de estribos transversales de diámetro No. 3 para barras longitudinales menores hasta el diámetro No. 10.
- ACI 318S-08, sección 21.3.4.2: en los extremos de la viga se deben colocar estribos distribuidos dentro una longitud igual a 2 veces la altura de la viga, medida desde la cara del elemento del

apoyo. El primer estribo debe colocarse a 5,0 cm medido desde la cara del apoyo. El espaciamiento dentro la longitud de confinamiento no debe exceder la menor distancia de las siguientes opciones:

- d/4.
 - Ocho veces el diámetro de la barra longitudinal confinada más pequeña.
 - 24 veces el diámetro de la barra del estribo.
 - 300,0 mm.
- ACI 318S-08, sección 21.3.4.3: fuera de la longitud de confinamiento los estribos deben espaciarse a no más de d/2 en toda la longitud del elemento.
- Diseño del refuerzo de corte

- Esfuerzo de corte del concreto (ACI 318S-08, sección 11.2.1.1)

$$V_c = 0,53 * \lambda * \sqrt{f_c} * b * d; \lambda = 1,0 \text{ (ACI 318S-08, sección 8.6.1)}$$

$$V_c = 0,53 * 1,0 * \sqrt{210,0} * 25,0 * 44,095 = 8\ 466,70 \text{ kg}$$

- Esfuerzo de corte debido a la carga

$$V_U = \frac{W_{N1} * L}{2}$$

$$V_U = \frac{2\ 940,43 * 7,05}{2} = 10\ 365,02 \text{ kg}$$

- Revisión de las fuerzas cortantes según ACI 318S-08, sección 11.4.7.1

$$\phi V_c \geq V_u ; \phi = 0,75 \text{ (ACI 318S-08 Sección 9.3.2.3)}$$

$$0,75 * 8\,466,70 \geq 10\,343,87$$

$$6\,350,0 \text{ kg} \geq 10\,618,90 \text{ kg} \times$$

Se obtiene que la fuerza cortante de la carga es mayor a la del concreto. Por lo tanto, obliga a realizar un rediseño en el espaciamiento de los estribos confinados. Experiencias en cálculo estructural llevan a concluir que la separación $d/4$ indicada en el apartado ACI 318S-08, sección 21.3.4.2 a), satisface el espaciamiento máximo que contrarresta la fuerza cortante debido a la carga y que es mayor a la proporcionada por el concreto.

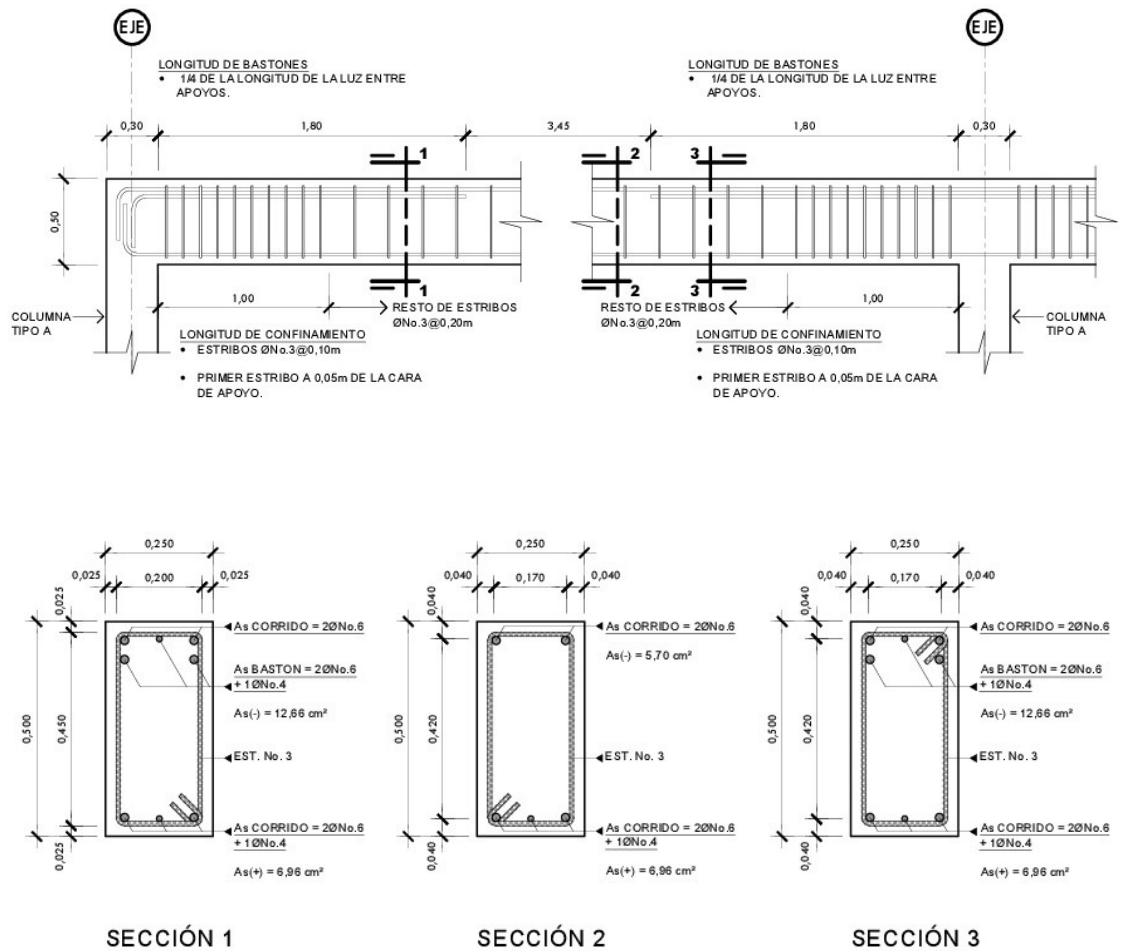
- Distribución de estribos
 - Longitud de confinamiento = $2h = 2 * (50,0 \text{ cm}) = 100,0 \text{ cm}$
 - Espaciamiento según ACI 318S-08, sección 21.3.4.2:
 - ✓ $d/4 = 44,095/4 = 11,02 \text{ cm} \approx 10,0 \text{ cm}$
 - ✓ $8 \text{ } \emptyset_{\text{No.6}} = 8 * 1,905 = 15,24 \text{ cm} \approx 15,0 \text{ cm}$
 - ✓ $24 \text{ } \emptyset_{\text{No.3}} = 24 * 0,9525 = 22,86 \text{ cm} \approx 20,0 \text{ cm}$
 - ✓ 30,0 cm

Se selecciona el espaciamiento de 10,0 cm para la separación en la longitud de confinamiento.

- Espaciamiento fuera de la longitud de confinamiento = $d/2 = 44,095/2 = 22,05 \text{ cm} \approx 20,0 \text{ cm}$.

Finalmente, la distribución de acero para la viga queda de la siguiente forma:

Figura 21. Detalle de armado en viga, V-1



Fuente: elaboración propia, empleando programa AutoCAD.

3.4.2. Diseño de viga tipo V-2N1

- Datos:
 - $b = 20,0 \text{ cm}$.
 - $h_{\text{efectiva}} = h - t = 40,0 \text{ cm} - 12,0 \text{ cm} = 28,0 \text{ cm}$.
 - Área tributaria, $A_t = 4,29 \text{ m}^2$.
 - Longitud en voladizo, $l = 2,0 \text{ m}$.
 - Recubrimiento, $\text{rec} = 2,50 \text{ cm}$.
 - $W_{\text{viga}} = b * h * w_c = 0,20 \text{ m} * 0,28 \text{ m} * 2\,400,0 \text{ kg/m}^3 = 134,40 \text{ kg/m}$.
 - $W_{\text{viga}_{\text{remate}}} = b * h * w_c = 0,15 \text{ m} * 0,28 \text{ m} * 2\,400,0 \text{ kg/m}^3 = 100,80 \text{ kg/m}$.
- Cálculo de momentos fijos

La viga solo soportará carga distribuida, por lo tanto, se podrá conocer el valor de momento generado en el punto de empotramiento de la viga. Previamente, se calcula la carga uniformemente distribuida sobre la viga:

$$W_{N1} = \frac{A_t * C_U}{l} + W_{\text{viga}} + W_{\text{viga}_{\text{remate}}}$$

$$W_{N1\text{vo}} = \frac{4,29 * 1\,342,80}{2,0} + 134,40 + 100,80 = 3\,115,51 \text{ kg/m}$$

$$M_{N1\text{vo}(-)} = \frac{W_{N1} * l^2}{2} = \frac{3\,115,51 * 2,0^2}{2} = 6\,231,02 \text{ kg-m}$$

La flexión generada debido a la carga en una viga en voladizo provoca que la zona de tensión se concentre en la parte superior de la viga.

Ocupando así el acero de la cama superior para contrarrestar el momento negativo de la viga.

El momento positivo de la viga se calcula como:

$$MN_{1vo(+)} = \frac{WN_{1vo} * l^2}{8}$$

$$MN_{1vo(+)} = \frac{3\,115,51 * 2,0^2}{8} = 1\,557,76 \text{ kg-m}$$

- Cálculo de áreas de acero permitidas
 - Acero mínimo, A_{smin} (ACI 318S-08, sección 10.5.1)

Se considera el uso de varilla No. 5 como refuerzo principal en la viga y varilla No. 3 como refuerzo de corte:

$$d = h - rec - \emptyset_{estribo} - \frac{\emptyset_{principal}}{2} = 40,0 - 2,50 - 0,9525 - \frac{1,5875}{2} = 35,75 \text{ cm}$$

$$A_{smin} = \frac{0,8 * \sqrt{f'_c} * bd}{f_y}$$

$$A_{smin} = \frac{0,8 * \sqrt{210} * 18,0 * 35,75}{2 800,0} = 2,66 \text{ cm}^2$$

El valor anterior no debe ser menor a:

$$A_{smin} = \frac{14 * b * d}{f_y}$$

$$A_{smin} = \frac{14 * 18,0 * 35,75}{2 800,0} = 3,22 \text{ cm}^2$$

El valor obtenido de 3,22 cm² será el empleado como acero mínimo en esta viga.

- Acero máximo, A_{smax}

El apartado ACI 318S-08, sección B.8.4.2 indica que ρ_b se calcula como:

$$\rho_b = \frac{0,85 \beta_1 f'_c}{f_y} * \left(\frac{6 120}{6 120 + f_y} \right); \beta_1 = 0,85 \text{ (ACI 318S-08, sección 10.2.7.3)}$$

$$\rho_b = \frac{0,85 * 0,85 * 210,0}{2 800,0} * \left(\frac{6 120}{6 120 + 2 800,0} \right) = 0,03718$$

$$A_{smax} = 0,5 \rho_b b d$$

$$A_{smax} = 0,5 * 0,03718 * 20,0 * 35,75 = 13,29 \text{ cm}^2$$

- Área de acero requerido por los momentos

$$A_s = \frac{0,85 * f'_c}{f_y} \left[b*d - \sqrt{(b*d)^2 - \frac{MU * b}{0,003825 * f'_c}} \right]$$

$$A_{s(M-)} = \frac{0,85 * 210,0}{2 800,0} \left[(20,0 * 35,75) - \sqrt{(20,0 * 35,75)^2 - \frac{6 231,02 * 20,0}{0,003825 * 210,0}} \right]$$

$$A_{s(M-)} = 7,54 \text{ cm}^2$$

$$A_{s(M+)} = \frac{0,85 * 210,0}{2 800,0} \left[(20,0 * 35,75) - \sqrt{(20,0 * 35,75)^2 - \frac{1 557,76 * 20,0}{0,003825 * 210,0}} \right]$$

$$A_{s(M+)} = 1,76 \text{ cm}^2$$

Debe siempre considerarse las indicaciones del apartado ACI 318S-08, sección 21.5.2 referentes para el refuerzo longitudinal.

- Acero en cama superior

El acero en la cama superior servirá de alma en toda la longitud de la viga y a su vez resistir el momento negativo que se genera.

La selección de área se realiza comparando el A_{smin} de la viga contra el 33,0 % del área del momento negativo, escogiendo entonces el de mayor valor:

- $A_{smin} = 3,22 \text{ cm}^2$
- $0,33 A_{sM(-)} = 0,33 * 7,54 = 2,49 \text{ cm}^2$

Acero corrido en cama superior = $2,49 \text{ cm}^2$

Área 2 varillas No. 5 = $2 * 1.979 \text{ cm}^2 = 3,958 \text{ cm}^2 > 2,49 \text{ cm}^2 \checkmark$

$$A_{s(M-)} \text{ faltante} = 7,54 - 3,958 = 3,582 \text{ cm}^2$$

$$\text{Área 2 varillas No. 5 + varilla No. 4} = 3,958 + 1,267 = 5,225 \text{ cm}^2$$

$$A_{s(M-)} = 3,958 + 5,225 = 9,183 \text{ cm}^2 > 7,52 \text{ cm}^2 \checkmark$$

- Acero en cama inferior

El acero en la cama inferior servirá de alma en toda la longitud de la viga y a su vez resistir el momento positivo que se genera.

La selección de área se realiza comparando el A_{smin} de la viga contra el 50,0 % del área del momento negativo y 50,0 % del área del momento positivo y, escogiendo entonces el de mayor valor:

- $A_{smin} = 3,22 \text{ cm}^2$
- $0,50 A_{sM(-)} = 0,50 * 7,54 = 3,77 \text{ cm}^2$
- $0,50 A_{sM(+)} = 0,50 * 1,76 = 0,88 \text{ cm}^2$

$$\text{Acero corrido en cama inferior} = 3,77 \text{ cm}^2$$

$$\text{Área 2 varillas No. 5 + varilla No. 4} = 3,958 + 1,267 = 5,225 \text{ cm}^2 \checkmark$$

$$5,22 \text{ cm}^2 > 3,77 \text{ cm}^2 \checkmark$$

- Revisión del esfuerzo de corte en la viga

La fuerza de corte de una viga en voladizo se da principalmente en el punto de empotramiento.

Es necesaria la revisión del esfuerzo de corte del concreto para saber si este resiste la fuerza cortante provocada por la carga y considerar la redistribución de estribos si así lo requiere. Así mismo es importante tomar nota de las disposiciones ACI 318S-08:

- ACI 318S-08, sección 7.11.1; sección 21.3.4.2; sección 21.3.4.3.
- Diseño del refuerzo de corte
 - Esfuerzo de corte del concreto (ACI 318S-08, sección 11.2.1.1)

$$V_c = 0,53 * \lambda * \sqrt{f_c} * b * d; \lambda = 1,0 \text{ (ACI 318S-08, sección 8.6.1)}$$

$$V_c = 0,53 * 1,0 * \sqrt{210,0} * 20,0 * 35,75 = 5\,491,51 \text{ kg}$$

- Esfuerzos de corte en el punto de empotramiento

$$V_{Ucara} = W_{N1vo} * l = 3\,115,51 \text{ kg/m} * 2,0 \text{ m} = 6\,231,02 \text{ kg}$$

$$V_{Ud} = V_{Ucara} - (W_{N1vo} * d) = 6\,231,02 - (6\,231,02 * 0,3575) = 4\,003,43 \text{ kg}$$

- Espaciado de estribos en zona de confinamiento

$$V_s = \frac{V_{Ud}}{0,85} - V_c = \frac{4\,003,43}{0,85} - 5\,491,51 = -781,59 \text{ kg}$$

Como el valor resultante es negativo, se tomarán las consideraciones que indica el apartado correspondiente para la separación de estribos.

Espaciamiento máximo según el apartado ACI 318S-08, sección 11.4.5.3:

$$V_s < 1,1 \sqrt{f_c} b_w d \therefore s \leq \frac{d}{2}$$

$$-794,14 < 1,1 * \sqrt{210,0} * 20,0 * 35,75 \therefore s \leq \frac{d}{2}$$

$$1\,799,51 \text{ kg} < 11,397.46 \text{ kg} \therefore s \leq \frac{d}{2}$$

$$S_{\max} = 35,75 / 2 = 17,88 \approx 18,0 \text{ cm}$$

- Longitud de confinamiento:

$$V_{no} = V_c / 2 = 5\,491,51 / 2 = 2\,745,75 \text{ kg}$$

$$V_{Uo} = V_{Ucara} - (W_U * l_o)$$

$$(0,85 * V_{no}) = V_{Ucara} - (W_U * l_o)$$

$$(0,85 * 2\,745,75) = 6\,231,02 - (3\,115,51 * l_o)$$

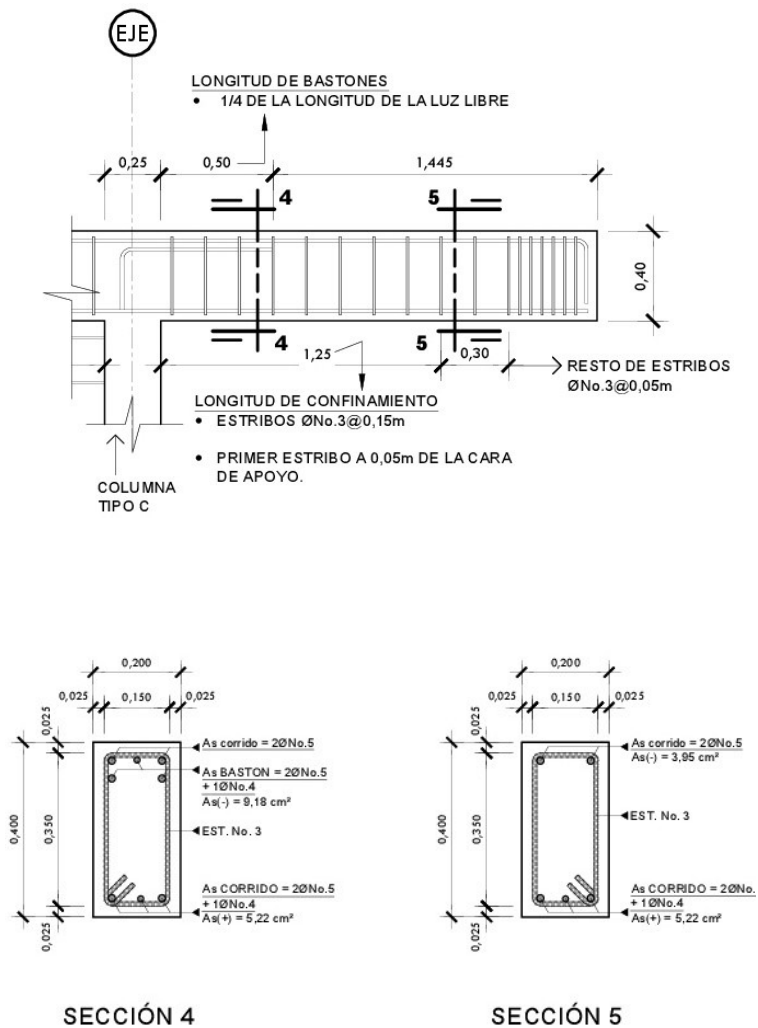
$$l_o = 1,25 \text{ m}$$

Los estribos de confinamiento se colocarán a cada 15,0 cm en una longitud de 1,25 m.

Se considera, además, extender la sección de la viga a partir de la mocheta de apoyo hasta la mocheta más próxima, y sobre el muro de carga

(ver plano del detalle de vigas V-2N1 y V-2N2, en la sección de apéndices). Esto con el objeto de aumentar la tracción y adherencia de la viga. Finalmente, la distribución de acero para la viga queda de la siguiente forma:

Figura 22. **Detalle de armado en viga, V2-N1**



Fuente: elaboración propia, empleando programa AutoCAD.

3.5. Diseño de muros de confinamiento, método simplista

El método de análisis simplista se basa en la suposición de que la fuerza sísmica de diseño, calculada, ejerce impacto únicamente sobre los muros que estén paralelos a la dirección en que esta actúa. Por ende, solo estos muros son afectados en su resistencia.

El método se hace efectivo en aquellas situaciones estructurales donde la configuración de muros es sencilla. Es decir, cuando no existen formas asimétricas y lo lineal predomina en la distribución de muros.

Considerando, además, que el método simplista asume una serie de muros actuando como un todo.

Caso contrario, el análisis realista, que es la otra metodología de análisis, asume cada muro como un todo dentro de la distribución y su metodología se hace más laboriosa.

Dentro del análisis se asumen estas consideraciones:

- Los muros tienden a experimentar ladeo, paralelo al plano que contiene el muro. En el sentido contrario no se considera.
- Los muros, en general, se comportan como miembros verticales sujeto a fuerzas horizontales concentradas en los niveles de piso.
- La deflexión del diafragma deberá limitarse para prevenir esfuerzos excesivos en los muros perpendiculares a los muros de corte.

Previo al inicio de cálculos se debe hacer la selección de todos los muros principales o de carga que se encuentran en el sentido x y los muros del sentido y, los cuales soportarán y distribuirán la carga vertical que por estos sea transmitida (ver anexos).

Además, es importante indicar el punto de referencia (0,0) desde donde se tomarán las distancias para conocer la ubicación de estos respecto al plano.

El procedimiento del método simplista se constituye primeramente por la elaboración de tablas operativas e intuitivas, con las cuales se obtienen resultados que se entrelazan para obtener finalmente los valores de momento y fuerza que actúan sobre cada uno de los muros seleccionados.

Es importante que el análisis de carga sísmica se haya realizado para disponer de la fuerza y momento sísmico actuante sobre la estructura.

Posteriormente y como paso final, se realiza el análisis de cada muro para encontrar el refuerzo horizontal y vertical que llevará como estructura de confinamiento cada muro.

Los bloques de concreto a considerar poseen una resistencia a la compresión f'_m igual a 133,0 kg/cm² y un espesor t_m igual a 14,0 cm.

Se indica continuación los pasos y fórmulas con las tablas respectivas del orden en este método:

- Cálculo de centro de rigidez y centro de masa del edificio
 - Fórmula destacable: deflexión del muro por empotramiento

$$\Delta = \frac{F}{E_m * t_m} \left[\left(\frac{h}{L} \right)^3 + 3 \left(\frac{h}{L} \right) \right] \frac{1}{3}$$

Donde:

- F = fuerza sísmica actuante
 - E_m = módulo de elasticidad del material del muro (F'm * 750)
 - t_m = espesor del muro
 - h = altura del muro en análisis
 - L = longitud del muro en análisis
- Peso aproximado por metro lineal de muro, W_m:
 - Peso debido al block de concreto
2,80 m * 1,0 m * 12,5 U/m² * 11,34 kg/U = 396,90 kg
 - Peso debido a solera intermedia
0,14 m * 0,15 m * 1,0 m * 2,400 kg/m³ * 2 = 100,80 kg
 - Peso debido a solera corona (sin espesor de losa)
0,14 m * 0,15 m * 1,0 m * 2,400 kg/m³ * 2 = 50,40 kg

Peso total = 548,10 kg

Tabla XIII. Parámetros para encontrar el centro de rigidez, nivel 1

Valores para análisis											
h (m)= 3,38						85 336,2 kg					
F'm (kg/cm ²)= 100,0						Fx= 85,34 ton					
Em (kg/cm ²)= 75 000,0						$\Delta = \frac{F}{E_m t} * \left[\left(\frac{h}{L} \right)^3 + 3 \left(\frac{h}{L} \right) \right]$					
t (cm)= 14											

Parámetros para encontrar centro de rigidez - nivel 1												
No. Muro	Dirección	Longitud de muro, L (m)	h/L	Deflexión del muro, Δ	Rigidez, R (1/Δ)	Distancia X al origen, dX	Distancia Y al origen, dY	L * dX	L * dY	R * dXp	R * dYp	
1	x	0,72	4,69	9,553	0,105	1,485	0,0	1,069	0,0	0,0	0,0	
2	x	1,13	3,00	2,937	0,341	3,408	0,0	3,833	0,0	0,0	0,0	
3	x	5,03	0,67	0,189	5,298	2,443	7,590	12,274	38,140	0,0	40,215	
4	x	0,40	8,45	51,096	0,020	5,415	0,0	2,166	0,0	0,0	0,0	
5	x	0,40	8,45	51,096	0,020	7,805	0,0	3,122	0,0	0,0	0,0	
6	x	1,33	2,55	1,971	0,507	10,658	0,0	14,121	0,0	0,0	0,0	
7	x	0,40	8,45	51,096	0,020	12,765	0,0	5,106	0,0	0,0	0,0	
8	x	0,40	8,45	51,096	0,020	15,155	0,0	6,062	0,0	0,0	0,0	
9	x	1,33	2,55	1,971	0,507	18,008	0,0	23,860	0,0	0,0	0,0	
10	x	1,26	2,68	2,223	0,450	7,575	7,590	9,545	9,6	0,0	3,414	
11	x	2,11	1,60	0,725	1,380	11,250	7,590	23,738	16,0	0,0	10,474	
12	x	1,26	2,68	2,223	0,450	14,925	7,590	18,806	9,563	0,0	3,414	
13	x	0,40	8,45	51,096	0,020	20,115	0,0	8,046	0,000	0,0	0,0	
14	x	0,40	8,45	51,096	0,020	20,505	0,0	8,202	0,000	0,0	0,0	
15	x	1,33	2,55	1,971	0,507	25,358	0,0	33,599	0,0	0,0	0,0	
16	x	2,11	1,60	0,725	1,380	18,600	7,590	39,246	16,0	0,0	10,474	
17	x	1,26	2,68	2,223	0,450	22,275	7,590	28,067	9,6	0,0	3,414	
18	x	1,10	3,07	3,107	0,322	25,458	7,590	28,003	8,3	0,0	2,443	
19	y	1,10	3,09	3,143	0,318	0,000	0,575	0,000	0,6	0,0	0,183	
20	y	0,67	5,04	11,664	0,086	0,000	2,750	0,000	1,8	0,0	0,0	
21	y	0,67	5,04	11,664	0,086	0,000	4,810	0,000	3,223	0,0	0,0	
22	y	1,13	3,00	2,937	0,341	0,000	7,098	0,000	7,985	0,0	0,0	
23	y	7,73	0,44	0,113	8,818	3,900	3,795	30,147	29,335	34,4	0,0	
24	y	7,73	0,44	0,113	8,818	11,250	3,795	86,963	29,335	99,2	0,0	
25	y	7,73	0,44	0,113	8,818	18,600	3,795	143,778	29,335	164,0	0,0	
26	y	7,73	0,44	0,113	8,818	25,950	3,795	200,594	29,335	228,8	0,0	
								56,83	730,344	238,230	526,429	74,032

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. Centro de rigidez y centro de masa, nivel 1

Resumen de resultados para determinar rigidez y centro de masa			
Longitud total de muros, L_T (m)=	56,83	Rigidez en X= 11,81	Rigidez en Y= 36,10
Longitud muros en X, L_X (m)=	22,35	$\Sigma L * dX=$ 730,344	$\Sigma L * dY=$ 238,230
Longitud muros en Y, L_Y (m)=	34,48	$\Sigma R * dX_p=$ 526,429	$\Sigma R * dY_p=$ 74,032
Centro de masas de muros (m):		Centro de masa de losa N1:	
$X_{mc} = (\Sigma L * dX)/L$	12,853	a (m)=	26,09
$Y_{mc} = (\Sigma L * dY)/L$	4,192	b (m)=	9,73
Centro de rigidez de muros (m):		$CM_{X_{losa N1}} = (a*b*(a-t/2))/a*b$	12,975
$X_{cr} = (\Sigma R * dX_p)/R_x$	14,582	$CM_{Y_{losa N1}} = (b*a*(b-t/2))/a*b$	4,795
$Y_{cr} = (\Sigma R * dY_p)/R_y$	6,266		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. Parámetros para encontrar el centro de rigidez, nivel 2

Valores para análisis											
h (m)= 3,38	Fx= 48 958,19 kg										
F'm (kg/cm ²)= 100,0	48,96 ton										
Em (kg/cm ²)= 75 000,0	$\Delta = \frac{F}{E_m t} * \left[\left(\frac{h}{L} \right)^3 + 3 \left(\frac{h}{L} \right) \right]$										
t (cm)= 14											

Parámetros para encontrar centro de rigidez - nivel 2											
No. Muro	Dirección	Longitud de muro, L (m)	h/L	Deflexión del muro, Δ	Rigidez, R (1/Δ)	Distancia X al origen, dX	Distancia Y al origen, dY	L * dX	L * dY	R * dXp	R * dYp
1	x	0,53	6,38	12,986	0,077	1,390	0,0	0,737	0,0	0,0	0,0
2	x	1,13	3,00	1,685	0,594	3,408	0,0	3,833	0,0	0,0	0,0
3	x	5,03	0,67	0,108	9,235	2,443	7,590	12,274	38,140	0,0	70,097
4	x	0,40	8,45	29,314	0,034	5,415	0,0	2,166	0,000	0,0	0,0
5	x	0,40	8,45	29,314	0,034	7,805	0,0	3,122	0,000	0,0	0,0
6	x	1,33	2,55	1,131	0,884	10,658	0,0	14,121	0,0	0,0	0,0
7	x	0,40	8,45	29,314	0,034	12,765	0,0	5,106	0,0	0,0	0,0
8	x	0,40	8,45	29,314	0,034	15,155	0,0	6,062	0,0	0,0	0,0
9	x	1,33	2,55	1,131	0,884	18,008	0,0	23,860	0,0	0,0	0,0
10	x	1,26	2,68	1,275	0,784	7,575	7,590	9,545	9,6	0,0	5,952
11	x	2,11	1,60	0,416	2,405	11,250	7,590	23,738	16,0	0,0	18,257
12	x	1,26	2,68	1,275	0,784	14,925	7,590	18,806	9,6	0,0	5,952
13	x	0,40	8,45	29,314	0,034	20,115	0,0	8,046	0,0	0,0	0,0
14	x	0,40	8,45	29,314	0,034	20,505	0,0	8,202	0,000	0,0	0,0
15	x	1,33	2,55	1,131	0,884	25,358	0,0	33,599	0,000	0,0	0,0
16	x	2,11	1,60	0,416	2,405	18,600	7,590	39,246	16,015	0,0	18,3
17	x	1,26	2,68	1,275	0,784	22,275	7,590	28,067	9,6	0,0	6,0
18	x	1,10	3,07	1,783	0,561	25,458	7,590	28,003	8,3	0,0	0,0
19	y	1,10	3,09	1,803	0,555	0,000	0,575	0,000	0,6	0,0	0,0
20	y	0,67	5,04	6,692	0,149	0,000	2,750	0,000	1,8	0,0	0,0
21	y	0,67	5,04	6,692	0,149	0,000	4,810	0,000	3,223	0,0	0,0
22	y	1,13	3,00	1,685	0,594	0,000	7,098	0,000	7,985	0,0	0,0
23	y	7,73	0,44	0,065	15,370	3,900	3,795	30,147	29,335	59,9	0,0
24	y	7,73	0,44	0,065	15,370	11,250	3,795	86,963	29,335	172,9	1,0
25	y	7,73	0,44	0,065	15,370	18,600	3,795	143,778	29,335	285,9	2,0
26	y	7,73	0,44	0,065	15,370	25,950	3,795	200,594	29,335	398,9	0,0
		56,64						730,012	238,230	917,588	127,465

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. Centro de rigidez y centro de masa, nivel 2

Resumen de resultados para determinar rigidez y centro de masa		
Longitud total de muros, L_T (m)= 56,64	Rigidez en X= 20,49	Rigidez en Y= 62,93
Longitud muros en X, L_X (m)= 22,16	$\Sigma L * dX$ = 730,012	$\Sigma L * dY$ = 238,2
Longitud muros en Y, L_Y (m)= 34,48	$\Sigma R * dX_p$ = 917,588	$\Sigma R * dY_p$ = 127,465
Centro de masas de muros (m):		Centro de masa de losa N1:
$X_{mc} = (\Sigma L * dX)/L$	12,890	a (m)= 26,69
$Y_{mc} = (\Sigma L * dY)/L$	4,206	b (m)= 9,28
Centro de rigidez de muros (m):		$CMx_{losa N2} = (a*b*(a-t/2))/a*b$
$X_{cr} = (\Sigma R * dX_p)/Ry$	14,582	13,275
$Y_{cr} = (\Sigma R * dY_p)/Rx$	6,222	$CMy_{losa N2} = (b*a*(b-t/2))/a*b$
		4,570

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. Centro de masa combinado

Cálculo de centro de masa combinado					
Peso losa N2, W_{LN2} =	88 670,59 kg/m				
Peso muros de carga, W_{mcN2} =	31 041,64 kg/m				
Peso de losa N1, W_{LN1} =	96 396,55 kg/m				
Peso muros de carga, W_{mcN1} =	31 145,78 kg/m				
CMx_{losaN2}	CMy_{losaN2}	X_{mcN2}	Y_{mcN2}	X_{crN2}	Y_{crN2}
13,275	4,570	12,890	4,206	14,582	6,222
CMx_{losaN1}	CMy_{losaN1}	X_{mcN1}	Y_{mcN1}	X_{crN1}	Y_{crN1}
12,975	4,795	12,853	4,192	14,582	6,266
Cubierta:			Excentricidades N2:		
$X_{CMC} = \frac{(W_{LN2} * CMx_{losaN2}) + (W_{mcN2} * X_{mcN2})}{(W_{LN2} * W_{mcN2})} =$		13,175	$e'x_{N2} = X_{crN2} - X_{CMC} $	$e_{min} = 0.05a$	$e_{xN2} = e'x + e_{min}$
			1,407	1,335	2,741
$Y_{CMC} = \frac{(W_{LN2} * CMy_{losaN2}) + (W_{mcN2} * Y_{mcN2})}{(W_{LN2} * W_{mcN2})} =$		4,476	$e'y_{N2} = Y_{crN2} - Y_{CMC} $	$e_{min} = 0.05b$	$e_{yN2} = e'iy + e_{min}$
			1,746	0,464	2,210
Entrepiso:			Excentricidades N1:		
$X_{CMC} = \frac{(W_{LN1} * CMx_{losaN1}) + (W_{mcN1} * X_{mcN1})}{(W_{LN1} * W_{mcN1})} =$		12,945	$e'x_{N1} = X_{crN1} - X_{CMC} $	$e_{min} = 0.05a$	$e_{xN1} = e'ix + e_{min}$
			1,637	1,305	2,941
$Y_{CMC} = \frac{(W_{LN1} * CMy_{losaN1}) + (W_{mcN1} * Y_{mcN1})}{(W_{LN1} * W_{mcN1})} =$		4,648	$e'y_{N1} = Y_{crN1} - Y_{CMC} $	$e_{min} = 0.05b$	$e_{yN1} = e'iy + e_{min}$
			1,618	0,487	2,105

Fuente: elaboración propia.

El peso de muros de carga en cada nivel se obtiene de multiplicar, el peso por metro lineal de muro por la longitud de muros en el nivel: $W_{mc} * LT$.

- Cálculo de momentos de volteo en los muros

La fuerza de corte (F_v) actuante en cada muro, depende del doble valor de la fuerza de corte ejercida por el sismo y la rigidez relativa. Junto con la fuerza torsional (F_T) dan como resultado el valor de la fuerza teórica (F) que actúa

sobre el centro de masa del muro y que genera el momento de volteo (Mv).
Estos datos se usan para el cálculo del acero de refuerzo en los muros.

Tabla XVIII. Fuerza y momento actuante en muros, nivel 1, x - x

Valores para análisis												
Fx, (ton)= 85,34	Momento de torsión, MT	MT= Fx * e _{yN1}										
V=2Fx= 170,67	(ton-m)=	179,63										
e _{yN1} = 2,105	Momento de volteo, Mv											
Y _{CMC-N1} = 4,648	(ton-m)=	556,32										
e _{yN1} ' = 1,618												
	Y _{CC} =Y _{CMC-N1} + e _{yN1} '=	6,266										

Momento de volteo en muros nivel 1, sentido x - x												
No. Muro	Dirección	Rigidez, R	Distancia Y al origen, dY	dcc _y = dY-Y _{CC}	R * dcc _y (S)	R * dcc _y ² (P)	Fv= V*(R/ΣR)	Ft= MT*(S/ΣP)	F= Fv+Ft	Mvi = Mv*(R/ΣR)	Mti = Fx*hn*-e*P	M = Mvi + Mti
1	x	0,105	0,0	6,266	0,656	4,110	1,512	1,191	2,704	4,929	-5,52	4,929
2	x	0,341	0,0	6,266	2,134	13,371	4,919	3,875	8,794	16,034	-17,94	16,034
3	x	5,298	7,590	1,324	7,014	9,285	76,542	12,738	89,280	249,493	-58,98	190,515
4	x	0,020	0,0	6,266	0,123	0,768	0,283	0,223	0,505	0,922	-1,03	0,922
5	x	0,020	0,0	6,266	0,123	0,768	0,283	0,223	0,505	0,922	-1,03	0,922
6	x	0,507	0,0	6,266	3,179	19,921	7,329	5,774	13,103	23,889	-26,73	23,889
7	x	0,020	0,0	6,266	0,123	0,768	0,283	0,223	0,505	0,922	-1,03	0,922
8	x	0,020	0,0	6,266	0,123	0,768	0,283	0,223	0,505	0,922	-1,03	0,922
9	x	0,507	0,0	6,266	3,179	19,921	7,329	5,774	13,103	23,889	-26,73	23,889
10	x	0,450	7,590	1,324	0,596	0,788	6,499	1,082	7,580	21,183	-5,01	16,176
11	x	1,380	7,590	1,324	1,827	2,418	19,935	3,318	23,253	64,980	-15,36	49,620
12	x	0,450	7,590	1,324	0,596	0,788	6,499	1,082	7,580	21,183	-5,01	16,176
13	x	0,020	0,0	6,266	0,123	0,768	0,283	0,223	0,505	0,922	-1,03	0,922
14	x	0,020	0,0	6,266	0,123	0,768	0,283	0,223	0,505	0,922	-1,03	0,922
15	x	0,507	0,0	6,266	3,179	19,921	7,329	5,774	13,103	23,889	-26,73	23,889
16	x	1,380	7,590	1,324	1,827	2,418	19,935	3,318	23,253	64,980	-15,36	49,620
17	x	0,450	7,590	1,324	0,596	0,788	6,499	1,082	7,580	21,183	-5,01	16,176
18	x	0,322	7,590	1,324	0,426	0,564	4,649	0,774	5,423	15,155	-3,58	11,573
		11,81				98,91						

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. Fuerza y momento actuante en muros, nivel 1, y - y

Valores para análisis		
Fy, (ton)= 85,34	Momento de Torsión,	MT= Fy * e _{xN1}
V=2Fy= 170,67	MT (ton-m)=	250,99
e _{xN1} = 2,941	Momento de Volteo,	
X _{CMC-N1} = 12,945	Mv (ton-m)=	556,32
e' _{xN1} = 1,637		
	X _{cc} =X _{CMC-N1} + e' _{xN1} =	14,582

Momento de volteo en muros nivel 1, sentido y - y												
No. Muro	Dirección	Rigidez, R	Distancia X al origen, dx	dcc _x = [dX-X _{cc}]	R * dcc _x (S)	R * dcc _x ² (P)	Fv= V*(R/ΣR)	F _T =MT*(S/ΣP)	F= Fv+F _T	M _{vi} = Mv*(R/ΣR)	M _{Ti} = F _x *h _n *-e*P	M = M _{vi} + M _{Ti}
19	y	0,318	0,000	14,582	4,640	67,654	1,504	0,454	1,959	4,903	-2,10	2,799
20	y	0,086	0,000	14,582	1,250	18,229	0,405	0,122	0,528	1,321	-0,57	0,754
21	y	0,086	0,000	14,582	1,250	18,229	0,405	0,122	0,528	1,321	-0,57	0,754
22	y	0,341	0,000	14,582	4,965	72,405	1,610	0,486	2,096	5,247	-2,25	2,996
23	y	8,818	3,900	10,682	94,191	1006,130	41,687	9,226	50,913	135,882	-42,72	93,166
24	y	8,818	11,250	3,332	29,379	97,887	41,687	2,878	44,565	135,882	-13,32	122,558
25	y	8,818	18,600	4,018	35,432	142,373	41,687	3,471	45,157	135,882	-16,07	119,813
26	y	8,818	25,950	11,368	100,244	1139,590	41,687	9,819	51,506	135,882	-45,46	90,421
		36,10				2562,50						

Fuente: elaboración propia.

- Diseño del refuerzo para la mampostería confinada

Con los datos obtenidos de fuerza y momento, se procede a hacer el cálculo de resistencia a compresión axial, esfuerzo de flexión y esfuerzo de corte, que puede resistir el muro analizado. Para establecer los límites o esfuerzos permisibles de resistencia del muro, se utiliza el valor de resistencia a la compresión del bloque de concreto propuesto, que para este caso posee una resistencia $f'_m = 133,0 \text{ kg/cm}^2$ según el fabricante.

Los esfuerzos permisibles se calculan con base en las indicaciones de las normas de seguridad estructural (NSE) establecidas por la Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES). Considerando

además una reducción del valor obtenido por un factor de seguridad igual a 2 que estima principalmente la carencia de control de calidad en los trabajos de mampostería.

- Esfuerzo de compresión axial, AGIES NSE 7.4 – 3.4.1.1

$$F_a = 0,20 f_m \left[1 - \left(\frac{h}{40 t} \right)^3 \right]$$

- Esfuerzo de flexión, AGIES NSE 7.4 – 3.4.1.3

$$F_b = 0,33 f_m$$

- Esfuerzo de corte, AGIES NSE 7.4 – 3.4.1.4

$$F_v = 0,3 \sqrt{f_m}$$

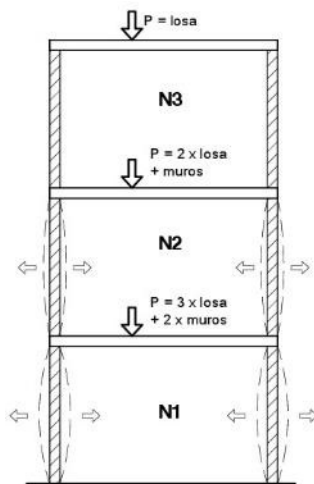
Entre los conceptos de cálculo, el factor de área tributaria (c') es un coeficiente que afectará la carga sobre el muro; el valor obtenido representará un porcentaje distribuido de toda la carga en general sobre este; con más niveles será mayor la carga de incidencia, principalmente, en los muros del primer nivel. El coeficiente relaciona los lados del ambiente junto con la carga que actúa sobre el muro para obtener un coeficiente asociado a este.

$$c' = \left(\frac{W_{\#} s''}{3} \right) \left(\frac{3 - m^2}{2} \right)$$

Donde:

- $W\#$ = carga muerta más carga viva según el nivel considerado que ejerce sobre el muro en análisis.
- s'' = lado corto considerado del ambiente.
- m = relación del lado corto sobre el lado largo del ambiente.

Figura 23. **Ejemplificación de la carga sobre muros**



Fuente: elaboración propia.

- Esfuerzos sobre el muro

Los valores de esfuerzo que se generan en cada muro se calculan como:

$$\text{Esfuerzo de compresión axial: } f_a = \frac{W\#}{b t}$$

$$\text{Esfuerzo de flexión: } f_b = \frac{M c}{I} = \frac{6 M}{t L^2}$$

$$\text{Esfuerzo de corte: } f_v = \frac{F}{t L}$$

Donde:

- $W\#$ = carga muerta más carga viva sobre el muro.
 - b, L = base o longitud del muro en análisis.
 - t = espesor del muro.
 - M = momento flector sobre el muro en análisis.
 - F = fuerza teórica sobre el muro en análisis.
- Relación modular (acero por flexión)

Esta relación hace una comparación de los esfuerzos entre las propiedades del acero de refuerzo y el esfuerzo de flexión, los cuales son afectados por la incidencia de la fuerza de momento sobre toda la longitud del muro. El objeto en esta parte del procedimiento es obtener el área de acero necesaria para soportar los esfuerzos de flexión en el muro.

- Diseño de muro No.11 – N1
 - $F = 24\,053,82 \text{ kg}$
 - $M_v = 5\,148\,577,98 \text{ kg-cm}$
 - $L = 211,0 \text{ cm}$
 - $h \text{ muros} = 320,0 \text{ cm}$
 - $\text{Lado corto} = 3,795 \text{ m}$
 - $\text{Lado largo} = 7,49 \text{ m}$
 - $f_y = 2\,800,0 \text{ kg/cm}^2$
 - $E_s = 2,10 \text{ E}+06 \text{ kg/cm}^2$

- $f_s = 1\ 120,0\ \text{kg/cm}^2$
- $f'_m = 133,0\ \text{kg/cm}^2$
- $E_m = 99\ 750,0\ \text{kg/cm}^2$
- Esfuerzos permisibles

- Esfuerzo de compresión axial

$$F_a = \left(\frac{1}{2}\right) 0,20 * 133,0 \left[1 - \left(\frac{320,0}{40,0 * 14,0}\right)^3 \right] = 10,82\ \text{kg/cm}^2$$

- Esfuerzo de flexión

$$F_b = \left(\frac{1}{2}\right) * 0,33 * 133,0 = 21,95\ \text{kg/cm}^2$$

- Esfuerzo de corte

$$F_v = \left(\frac{1}{2}\right) * 0,30 * \sqrt{133,0} = 1,73\ \text{kg/cm}^2$$

- Peso sobre el muro

$$c' = \left(\frac{W\# * 3,795}{3}\right) \left[\frac{3 - \left(\frac{3,795}{7,49}\right)^2}{2} \right] = 1,74\ W\#$$

Tabla XX. **Carga que soporta el muro, No.11 – N1**

Carga de servicio W#		
	CM	CV
Techo =	382,0	75,0
Entrepiso =	417,0	200,0
Muros =	548,0	
	1347,0	275,000
Carga mayorada	1,4	1,7
	1885,940	467,500
Carga total	2353,44	

Fuente: elaboración propia.

Aplicando el factor c' , la carga de servicio (W#) final es:

$$1,74 * 2\ 353,44 = 4\ 094,99\ \text{kg}$$

- Esfuerzos sobre el muro

$$f_a = \frac{W\#}{b\ t} = \frac{4\ 094,99}{211,0 * 14,0} = 1,38\ \text{kg/cm}^2 \quad \text{cumple } \checkmark$$

$$f_b = \frac{6\ M}{t\ L^2} = \frac{6 * 5\ 148\ 577,98}{14 * (211,0)^2} = 49,56\ \text{kg/cm}^2 \quad \text{no cumple } \times$$

$$f_v = \frac{F}{t\ L} = \frac{24\ 053,82}{14 * 211,0} = 8,14\ \text{kg/cm}^2 \quad \text{no cumple } \times$$

- $f_b > f_a$ debe corregirse el esfuerzo flexionante según la relación modular de esfuerzos.

- $f_v > F_v$ el refuerzo toma todo el valor de trabajo a corte.
- Corrección de f_b y relación modular (acero por flexión)

$$f_b = \left(1,33 - \frac{f_a}{F_a}\right) * F_b$$

$$f_b = \left(1,33 - \frac{1,38}{10,82}\right) * 21,95 = 26,38 \text{ kg/cm}^2$$

$$n = \frac{E_s}{E_m} = \frac{2,10 \text{ E}+6}{(133,0 * 750)} = 21,10 \qquad \frac{f_s}{n} = \frac{0,40 * 2\ 800,0}{21,10} = 53,20$$

$$\frac{f_s/n}{d - kd} = \frac{f_b}{kd} \rightarrow \frac{53,20}{2,11 - 2,11k} = \frac{26,38}{2,11k}$$

$$(53,20 * 2,11k) = 26,38 * (2,11 - 2,11k)$$

$$112,25k = 55,66 - 55,66k$$

$$167,91k = 55,66$$

$$k = 0,332$$

$$J = 1 - (k/3) \rightarrow 1 - (0,332/3) = 0,889$$

$$\text{Acero requerido} \rightarrow A_s = \frac{M_v}{f_s J d}$$

$$A_{sv} = \frac{5\ 148\ 577,98}{(0,40 * 2\ 800) * 0,889 * (211,0 - 7,0)} = 25,35 \text{ cm}^2$$

El apartado AGIES NSE 7.4 – 4.4.2 indica el acero mínimo por flexión:

$$A_{s_{min_v}} = 0,0007ht = 0,0007 * 320,0 * 14,0 = 2,06 \text{ cm}^2$$

Se utilizará el área requerida de acero igual a 25,33 cm², distribuida en la longitud del muro (revisar plano de refuerzo vertical).

- Diseño por corte

El acero calculado se distribuirá horizontalmente en 3,0 soleras respecto a la altura del muro a una distancia aproximada s=1,0 m. Las soleras corresponden a una solera corona y dos soleras intermedias.

$$A_{sh} = \frac{s * b * f_v}{f_s} = \frac{100,0 * 14,0 * 8,14}{1 120,0} = 10,18 \text{ cm}^2$$

El apartado AGIES NSE 7.4 – 4.3.4 indica el acero mínimo por corte:

$$A_{s_{min_h}} = 0,0015bt = 0,0015 * 211,0 * 14,0 = 4,43 \text{ cm}^2$$

Se utilizará el área requerida de acero igual a 10,18 cm², distribuida en la altura del muro (ver plano de detalle de muros, en sección de apéndices).

Tras desarrollar el procedimiento anterior en todos los muros, se proponen las siguientes secciones de columnas (mochetas) y soleras para satisfacer el área de acero que se requiera en cada muro:

Tabla XXI. **Secciones de columnas y soleras**

Secciones y refuerzo de elementos en la mampostería				
	Nombre	Sección, cm	As en la sección, cm ²	Ø Varillas
Columnas (mochetas)	Columna tipo A	30,0 x 30,0	12,984	4 No. 5 + 4 No. 4
	Columna tipo B	40,0 x 20,0	12,67	10 No. 4
	Columna tipo C	25,0 x 25,0	15,83	8 No. 5
	Columna tipo D	20,0 x 14,0	7,60	6 No. 4
	Columna tipo E	14,0 x 14,0	5,068	4 No. 4
	Columna tipo F	14,0 x 10,0	1,425	2 No. 3
<p>Nota: se usará el símbolo asterisco (*) para designar variación en el armado de la columna, pero manteniendo la sección. Revisar plano de detalle de columnas.</p>				
Soleras	Solera corona	28,0 x 14,0	6,49	4 No. 4 + 2 No. 3
	Solera intermedia	15,0 x 14,0	2,85	4 No. 3
	Solera hidrófuga	20,0 x 14,0	5,06	4 No. 4

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. Resumen de acero para refuerzo vertical, nivel 1

Resumen de áreas de acero por flexión - muros, nivel 1					
No. Muro	L, m	Asmin, cm ²	Asreq, cm ²	Configuración de elementos en el muro	AsTotal
1	0,72	0,71	7,35	E + D*	9,343
2	1,13	1,10	14,98	C + E*	18,68
3	5,03	4,92	38,79	2xC + 3xD*	44,485
4	0,40	0,39	2,68	B	12,67
5	0,40	0,39	2,58	B	12,67
6	1,33	1,30	18,85	C + D* + E*	22,96
7	0,40	0,39	2,58	B	12,67
8	0,40	0,39	2,58	B	12,67
9	1,33	1,30	18,85	C + D* + E*	22,96
10	1,26	1,23	13,44	D + 2xD*	16,15
11	2,11	2,07	24,41	C + 2xD*	25,97
12	1,26	1,23	13,56	D + 2xD*	16,15
13	0,40	0,39	2,68	B	12,67
14	0,40	0,39	2,58	B	12,67
15	1,33	1,30	18,85	C + D* + E*	22,96
16	2,11	2,07	24,29	C + 2xD*	25,97
17	1,26	1,23	13,56	D + 2xD*	16,15
18	1,10	1,08	11,18	C + D*	20,11
19	1,10	1,07	2,72	C + E*	18,68
20	0,67	0,66	1,24	2xE*	5,70
21	0,67	0,66	1,24	2xE*	5,70
22	1,13	1,10	2,83	E	5,068
23	7,73	7,58	17,76	A + 5xE*	27,23
24	7,73	7,58	16,16	A + 4xE*	24,38
25	7,73	7,58	15,80	A + 4xE*	24,38
26	7,73	7,58	11,92	A + 4xE*	24,38

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIII. **Resumen de acero para refuerzo horizontal, nivel 1**

Resumen de áreas de acero por corte - muros, nivel 1					
No. Muro	L, m	As _{min} , cm ²	As _{req} , cm ²	Configuración de elementos en el muro	As _{Total}
1	0,72	1,51	3,35	SC + 2xSI + SH	17,26
2	1,13	2,36	6,98	SC + 2xSI + SH	17,26
3	5,03	10,55	15,86	SC + 2xSI + SH	17,26
4	0,40	0,84	1,13	SC + 2xSI + SH	17,26
5	0,40	0,84	1,13	SC + 2xSI + SH	17,26
6	1,33	2,78	8,83	SC + 2xSI + SH	17,26
7	0,40	0,84	1,13	SC + 2xSI + SH	17,26
8	0,40	0,84	1,13	SC + 2xSI + SH	17,26
9	1,33	2,78	8,83	SC + 2xSI + SH	17,26
10	1,26	2,65	5,59	SC + 2xSI + SH	17,26
11	2,11	4,43	9,84	SC + 2xSI + SH	17,26
12	1,26	2,65	5,37	SC + 2xSI + SH	17,26
13	0,40	0,84	1,13	SC + 2xSI + SH	17,26
14	0,40	0,84	1,13	SC + 2xSI + SH	17,26
15	1,33	2,78	9,18	SC + 2xSI + SH	17,26
16	2,11	4,43	9,84	SC + 2xSI + SH	17,26
17	1,26	2,65	5,37	SC + 2xSI + SH	17,26
18	1,10	2,31	4,40	SC + 2xSI + SH	17,26
19	1,10	2,30	1,60	SC + 2xSI + SH	17,26
20	0,67	1,41	0,71	SC + 2xSI + SH	17,26
21	0,67	1,41	0,71	SC + 2xSI + SH	17,26
22	1,13	2,36	1,70	SC + 2xSI + SH	17,26
23	7,73	16,23	6,06	SC + 2xSI + SH	17,26
24	7,73	16,23	5,20	SC + 2xSI + SH	17,26
25	7,73	16,23	5,32	SC + 2xSI + SH	17,26
26	7,73	16,23	6,07	SC + 2xSI + SH	17,26

Fuente: elaboración propia.

3.6. Diseño de la cimentación del edificio

Toda la carga transmitida por la estructura será distribuida hacia el suelo por medio de la zapata continua (cimiento corrido); hace énfasis en que por tratarse de muros confinados el uso de esta cimentación es el adecuado y no se hace necesaria la inclusión de zapatas aisladas bajo mochetas de carga en las esquinas de los ambientes.

Se describe a continuación el procedimiento de cálculo:

- Capacidad de carga última admisible, q_{adm}

Será la máxima carga a la que el suelo podrá ser sometido considerando un factor de seguridad igual a 3, usando de base la carga última bruta (q_b) que se obtiene del ensayo de la muestra de suelo:

$$q_{adm} = \frac{q_b}{3} = \frac{38,42 \text{ Ton/m}^2}{3} = 12,81 \text{ Ton/m}^2$$

- Revisión de la sección de cimentación
 - Especificaciones
 - Resistencia del concreto a la compresión, $f'_c = 210,0 \text{ kg/cm}^2$
 - Resistencia a la fluencia del acero, $f_y = 2\ 800,0 \text{ kg/cm}^2$
 - Peso unitario del concreto armado, $w_c = 2,40 \text{ Ton/m}^3$
 - Peso del edificio, $W_{Edificio} = 356,83 \text{ Ton}$
 - Densidad del suelo, $\gamma_s = 1,45 \text{ Ton/m}^3$
 - Capacidad de carga última admisible, $q_{adm} = 12,81 \text{ Ton/m}^2$
 - Sección propuesta = 60,0 cm x 25,0 cm

- Longitud total de muros, $L_{\text{muros}} = 89,43 \text{ m}$
- Profundidad de desplante, $df = 1,20 \text{ m}$

El peralte propuesto en la sección considera la indicación del apartado ACI 318S-08, sección 15.7 en la cual la altura de zapata sobre el refuerzo inferior no debe ser menor a 15,0 mm. Por lo que los 25,0 cm de altura cumplen el requisito.

- Carga sobre la cimentación por unidad lineal, W_u

$$W_u = \frac{W_{\text{Edificio}}}{L_{\text{muros}}} = \frac{356,83 \text{ Ton}}{89,43 \text{ m}} = 3,99 \text{ Ton/m}$$

- Carga de trabajo, W_t

$$W_t = \frac{W_u}{\text{F.S.}} = \frac{3,99 \text{ Ton/m}}{1,60} = 2,49 \text{ Ton/m}$$

- Presión actuante, P_{act}

Esta fuerza se considera ejerciendo presión sobre la zona de contacto entre la cimentación y el suelo. Es decir, la presión vertical sobre la base de cimentación. Por ser un valor unitario, se considera el análisis en una longitud igual a 1,0 m de zapata corrida.

$$P_{\text{act}} = W_t + W_{\text{suelo}} + W_{\text{zapata}}$$

$$P_{\text{act}} = W_t + (\gamma_s * b * h * l) + (w_c * b * t * l)$$

$$P_{\text{act}} = 2,49 + (1,45 * 0,60 * 1,0 * 1,0) + (2,40 * 0,60 * 0,25 * 1,0)$$

$$P_{\text{act}} = 3,72 \text{ Ton}$$

- Carga actuante, q_{act}

$$q_{act} = \frac{P_{act}}{A_z} = \frac{3,72 \text{ Ton}}{0,60 \text{ m} * 1,0 \text{ m}} = 6,20 \text{ Ton/m}^2$$

$$q_{act} < q_{adm}$$

$$6,20 \text{ Ton/m}^2 < 12,81 \text{ Ton/m}^2$$

Al comparar las cargas de diseño, actuante y admisible, se confirma que la zapata corrida propuesta es aceptable para ser construida.

- Revisión del esfuerzo de corte que soporta la sección:

- Presión última de diseño, Q_u :

$$Q_u = q_{act} * F.S.Q_u = 6,20 \text{ Ton/m}^2 * 1,50 = 9,30 \text{ Ton/m}^2$$

- Peralte efectivo de la zapata corrida, d :

$$d = t - \text{rec} - \frac{\text{Ø\#4}}{2} = 25,0 - 7,0 - \frac{1,27}{2} = 17,365 \text{ cm}$$

- Longitud de punzonamiento y chequeo en la zona de corte de la zapata corrida:

$$X = \frac{b - t}{2} - d = \frac{0,60 - 0,25}{2} - 0,17365 = 0,00135 \text{ m}$$

$$V_{act} = Q_u * x = 9,30 \text{ Ton/m}^2 * 0,00135 \text{ m} * 1,0 \text{ m}$$

$$V_{act} = 0,0126 \text{ Ton} = 12,56 \text{ kg}$$

$$V_c = \emptyset * 0,53 * \sqrt{f_c} * b * d; \emptyset=0,85$$

$$V_c = 0,85 * 0,53 * \sqrt{210,0} * 100,0 * 17,365 = 11\,336,51 \text{ kg}$$

$$V_{act} < V_c$$

Se concluye que el peralte de la zapata corrida es suficiente para soportar la fuerza de corte en la sección, al no sobrepasar la fuerza de corte del concreto.

- Área de acero requerida en la sección
 - Momento flexionante, M

$$L_{actuante} = \frac{b - t}{2} = \frac{0,60 - 0,25}{2} = 0,175 \text{ m}$$

$$M = \frac{Q_u L_{actuante}^2}{2} = \frac{9,30 * 0,175^2 * 1,0}{2} = 0,143 \text{ Ton - m} = 142,41 \text{ kg - m}$$

- Área de acero

$$A_s = \frac{0,85 * f_c}{f_y} \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M U * b}{0,003825 * f_c}} \right]$$

$$A_{s(M)} = \frac{0,85 * 210,0}{2\,800,0} \left[(100,0 * 17,365) - \sqrt{(100,0 * 17,365)^2 - \frac{142,41 * 100,0}{0,003825 * 210,0}} \right]$$

$$A_{s(M)} = 0,326 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = \frac{14,1 * b * d}{f_y}$$

$$A_{smin} = \frac{14,1 * 100,0 * 17,365}{2 800,0} = 8,74 \text{ cm}^2$$

Se utilizará el área de acero mínimo de 8,74 cm² para el armado de la zapata corrida (cimiento corrido).

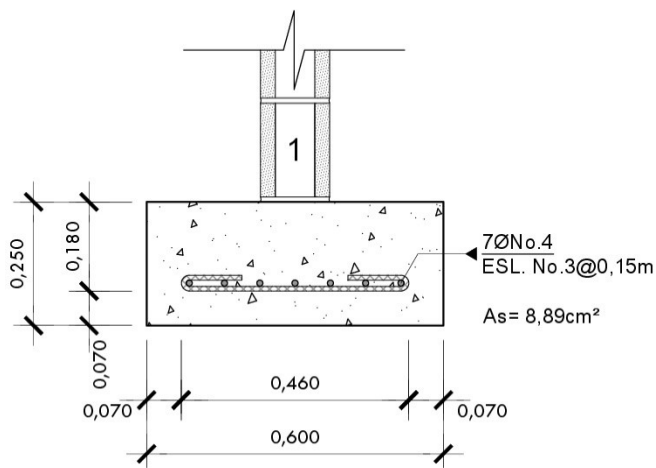
- Espaciamiento de eslabones:

$$S = \frac{A_{varilla\#4} * b}{A_{smin}}$$

$$S = \frac{1,2667 * 100,0}{8,74} = 14,5 \approx 15,0 \text{ cm}$$

Finalmente, la distribución de acero en el cimiento corrido queda de la siguiente forma:

Figura 24. **Detalle de armado de cimiento corrido**



Fuente: elaboración propia, empleando programa AutoCAD.

3.7. Diseño estructural por computadora, evaluación de resultados

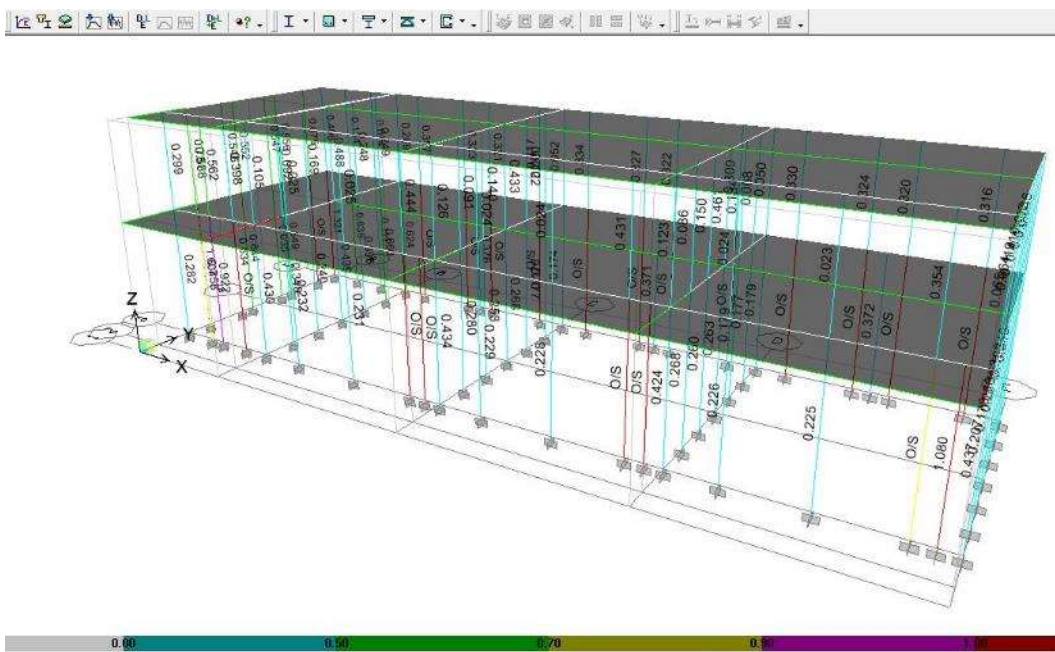
Dentro de los alcances para el presente trabajo, se desarrolló el modelado estructural a través del software de análisis estructural, ETABS versión 9.7.4., con el cual se pretende simular la interacción de conjunto que tendrán los elementos de la propuesta resultante a través de los cálculos de escritorio, para las losas, vigas, muros y columnas (mochetas) obtenidos; aplicando las fuerzas de diseño consideradas en los títulos anteriores.

Respecto a los resultados obtenidos, la verificación que el software ha hecho sobre las columnas y vigas propuestas se toma a interpretación en un error del 14,0 % de elementos con la indicación de mejorar la sección propuesta. En apariencia el valor de error podría subestimarse como fuera de rango, pero al considerar que la cantidad de elementos estructurales que representa relativamente es un porcentaje mínimo, puede darse por aceptado tras tomar en cuenta que el programa en ciertos aspectos no tiene flexibilidad en su análisis.

En un aspecto justificable evaluando la razón del error obtenido, es que en los elementos donde se presenta mayor error son las columnas (mochetas) que forman vanos de ventana. Se asume que debido a la interpretación que el programa realiza sobre la distribución de elementos no se adapta a su metodología preestablecida, que es la de evaluar estructuras formadas por marcos. Mientras que el modelo evaluado se rige sobre la metodología estructural de muros confinados. Por lo tanto, las discrepancias encontradas no necesariamente pueden tomarse como una mala propuesta de diseño. Así mismo, el caso para las vigas que presentan error, puede deberse a que no las evalúa el programa como un marco y por ende generar que no es lógico para el software; pero igualmente las vigas son una cantidad mínima con el fallo.

Como última acotación en este tema, puede darse por exitosa la evaluación realizada con el software ETABS, ya que la estructura en sus puntos críticos de apoyos y cargas logra mostrar que los elementos han sido seleccionados correctamente. Además de considerar que, por tratarse de una estructura liviana, comparada a la de un edificio de gran envergadura, también así la rigurosidad en su evaluación disminuye, sin menospreciar bajo ningún punto la importancia estructural del edificio. Sin duda alguna, el software ETABS es una herramienta útil en el análisis estructural, pero debido a su gran campo como plataforma de simulación, implica conceptos que son facultados a un ingeniero experto en estructuras.

Figura 25. **Modelo generado en software ETABS**



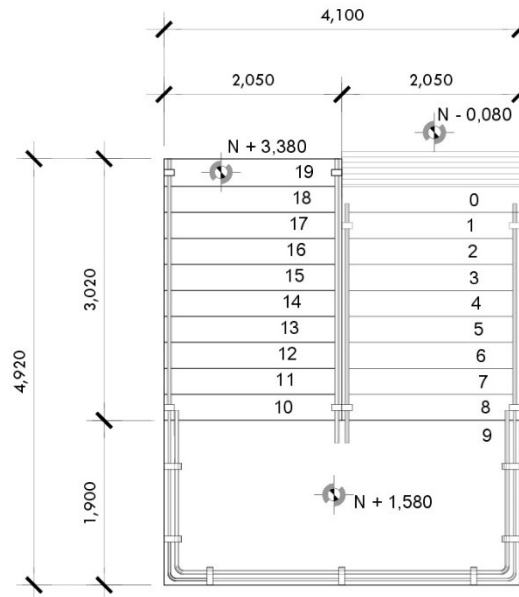
Fuente: elaboración propia, empleando programa ETABS.

3.8. Diseño de módulo de gradas

La circulación vertical en el edificio escolar se dará a través de un módulo independiente a la estructura principal, en el exterior de este. Esta decisión tras disponer de espacio y principalmente para dar un uso máximo del área de terreno para las aulas del edificio.

Las dimensiones del módulo se basaron en la indicación de la tabla 91 en el capítulo 6.1 del manual de *Criterios normativos para el diseño arquitectónico de centros educativos oficiales*, editado por el Ministerio de Educación. Con lo cual el servicio de circulación para evacuación, principalmente ante emergencias, es el adecuado y podrá haber un tránsito ordenado de los ocupantes del edificio.

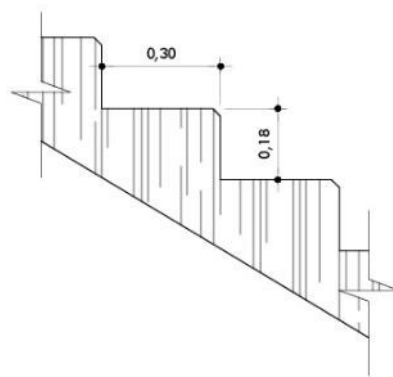
Figura 26. **Planta de módulo de gradas**



Fuente: elaboración propia, empleando programa AutoCAD.

El dimensionamiento de huella y contra huella en las gradas considera las indicaciones de la tabla 92 del manual anterior. Seleccionando una huella de 30,0 cm de ancho y una contra huella de 18,0 cm de alto.

Figura 27. **Dimensión de grada**



Fuente: elaboración propia, empleando programa AutoCAD.

3.8.1. **Cálculo de losas de soporte**

Las losas del módulo darán el soporte a todas las gradas; es necesario el refuerzo con varillas de acero para brindar flexibilidad y distribuir mejor la vibración que se generan por el impacto ocasionado, principalmente en los momentos de mayor carga de tránsito sobre estas. Se asumirá un espesor t igual a 12,0 cm para cada losa en el módulo.

Se tienen dos tramos de gradas y un descanso para calcular.

- Cargas de interacción

$$CM = w_c \left(t + \frac{\text{contra huella}}{2} \right) = 2\,400,0 \text{ kg/m}^3 * \left(0,12 \text{ m} + \frac{0,18 \text{ m}}{2} \right) = 504,0 \text{ kg/m}^2$$

$$CV = 500,0 \text{ kg/m}^2$$

$$CU = 1,4 * CM + 1,7 * CV = (1,4 * 504,0) + (1,7 * 500,0) = 1\,555,60 \text{ kg/m}^2$$

Dado que, para el cálculo de una losa se asume la acción de momento en una franja de 1,0 m de ancho, se multiplica el dato de carga última por este valor y finalmente se tiene una carga de acción igual a 1 555,60 kg/m.

- Área mínima de acero, $A_{s_{min}}$ (ACI 318S-08, sección 10.5.1 (10-3):

$$A_{s_{min}} = \frac{14 * b * d}{f_y} = \frac{14 * 100,0 \text{ cm} * (12,0 - 2,50 \text{ cm})}{2\,800,0 \text{ kg/cm}^2} = 4,75 \text{ cm}^2$$

La fórmula para el área de acero de los momentos generados en las losas será la siguiente:

$$A_{s(M)} = \frac{0,85 * f_c}{f_y} \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{MU * b}{0,003825 * f_c}} \right]$$

Para el espaciamiento del refuerzo se usará la fórmula:

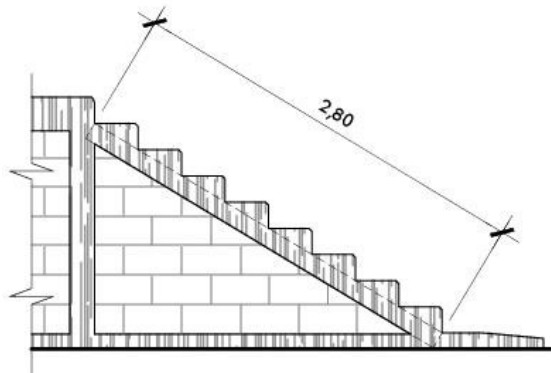
$$S = \frac{\text{Avarilla\#4} * b}{A_{s(M)}}$$

- Losa Tramo No.1

$$M(+)=\frac{CU * l^2}{9} = \frac{1\ 555,60\ \text{kg/m} * (2,80\ \text{m})^2}{9} = 1\ 354,60\ \text{kg-m}$$

$$M(-)=\frac{CU * l^2}{14} = \frac{1\ 555,60\ \text{kg/m} * (2,80\ \text{m})^2}{14} = 870,80\ \text{kg-m}$$

Figura 28. Tramo inicial de gradas



Fuente: elaboración propia, empleando programa AutoCAD.

- Área de acero para los momentos

$$As_{(M+)} = 5,95\ \text{cm}^2 \quad \rightarrow \quad S_{(M+)} = 21,30\ \text{cm} \approx 20,0\ \text{cm}$$

$$As_{(M-)} = 3,76 \approx 4,75\ \text{cm}^2 \quad \rightarrow \quad S_{(M-)} = 26,70\ \text{cm} \approx 25,0\ \text{cm}$$

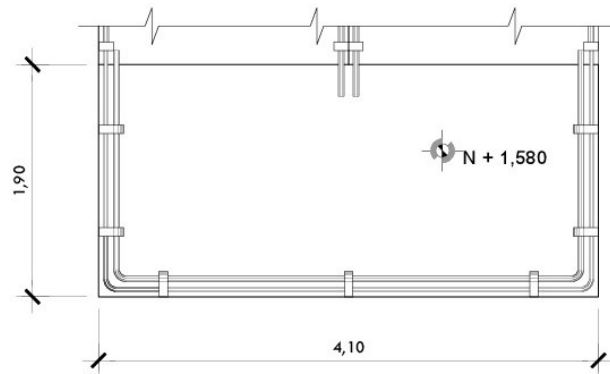
El armado para el tramo será de varillas corridas No. 4 a cada 20,0 cm y bastones de varilla No. 4 a cada 25,0 cm. Ambos en el sentido longitudinal de la losa.

- Losa descanso

$$M(+)=\frac{CU * l^2}{9} = \frac{1\,555,60 \text{ kg/m} * (4,10 \text{ m})^2}{9} = 2\,906,30 \text{ kg-m}$$

$$M(-)=\frac{CU * l^2}{14} = \frac{1\,555,60 \text{ kg/m} * (4,10 \text{ m})^2}{14} = 1\,868,32 \text{ kg-m}$$

Figura 29. Tramo de descanso en gradas



Fuente: elaboración propia, empleando programa AutoCAD.

- Área de acero para los momentos

$$As_{(M+)} = 13,67 \text{ cm}^2 \quad \rightarrow \quad S_{(M+)} = 9,30 \text{ cm} \approx 10,0 \text{ cm}$$

$$As_{(M-)} = 8,39 \text{ cm}^2 \quad \rightarrow \quad S_{(M-)} = 15,10 \text{ cm} \approx 15,0 \text{ cm}$$

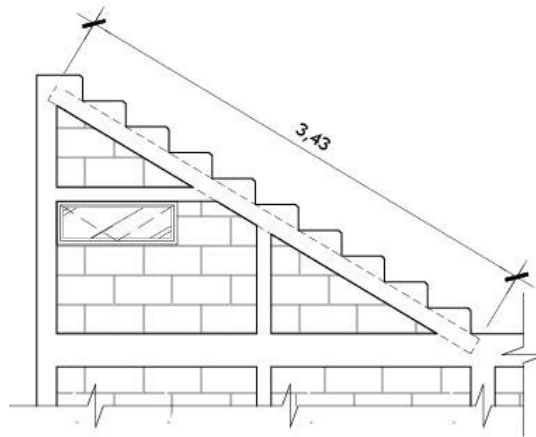
El armado para el descanso será de varillas corridas No. 4 a cada 10,0 cm y bastones de varilla No. 4 a cada 15,0 cm. Ambos en el sentido corto de la losa.

- Losa tramo No.2

$$M(+)=\frac{CU * l^2}{9} = \frac{1\ 555,60\text{ kg/m} * (3,52\text{ m})^2}{9} = 2\ 142,20\text{ kg-m}$$

$$M(-)=\frac{CU * l^2}{14} = \frac{1\ 555,60\text{ kg/m} * (3,52\text{ m})^2}{14} = 1\ 377,11\text{ kg-m}$$

Figura 30. Tramo final en gradas



Fuente: elaboración propia, empleando programa AutoCAD.

- Área de acero para los momentos

$$As_{(M+)} = 9,73\text{ cm}^2 \quad \rightarrow \quad S_{(M+)} = 13,02\text{ cm} \approx 10,0\text{ cm}$$

$$As_{(M-)} = 6,06\text{ cm}^2 \quad \rightarrow \quad S_{(M-)} = 20,90\text{ cm} \approx 20,0\text{ cm}$$

El armado para el tramo será de varillas corridas No. 4 a cada 10,0 cm y bastones de varilla No. 4 a cada 20,0 cm. Ambos en el sentido longitudinal de la losa.

- Área de acero por temperatura, A_{ST}

Las losas en el módulo de gradas tendrán dispuesto refuerzo de acero corrido y bastones en una dirección. Por lo tanto, en el sentido transversal a ellas se colocará acero corrido que cumplirá la función de acero por temperatura. Se considera la indicación del apartado ACI318S-08, sección 7.12.2.1.a para el cálculo de área de acero.

$$A_{ST} = 0,002 * b * t = 0,002 * 100,0 \text{ cm} * 12,0 \text{ cm} = 2,40 \text{ cm}^2$$

$$S = \frac{A_{\text{varilla\#3}} * b}{A_{ST}} = \frac{0,7125 \text{ cm}^2 * 100,0 \text{ m}}{2,40 \text{ cm}^2} = 29,70 \text{ cm} \approx 25,0 \text{ cm}$$

El acero por temperatura será de varillas corridas No. 3 a cada 25,0 cm, transversales al acero principal de las losas.

3.8.2. Elementos estructurales complementarios

Por tratarse de una estructura menor que soportará su propio peso como carga permanente, se seleccionarán elementos con dimensiones comunes tanto para la cimentación como para la mampostería confinada. Revisar el plano de detalle de módulo de gradas para conocer la distribución de estos elementos.

3.9. Instalaciones de servicio

Para cualquier tipo de construcción que tendrá ocupación o uso por parte de las personas, es indispensable contar con las instalaciones apropiadas que suministrarán o brindarán un servicio que facilite las actividades específicas del

lugar. Para el caso del edificio escolar se dispondrán de instalaciones básicas de electricidad, especiales, agua potable y de aguas residuales.

3.9.1. Instalaciones eléctricas

La instalación eléctrica se divide en dos distribuciones: iluminación y fuerza.

3.9.1.1. Instalación de iluminación

La iluminación artificial ayuda a reforzar alguna deficiencia luminaria natural dentro de los ambientes y que únicamente surge porque los rayos de luz del sol sean obstaculizados por alguna condición climática o porque sea el horario en que la iluminación natural decae e inicie el horario nocturno de un día. Por ello es importante que la iluminación artificial sea calculada para que ante necesidades de uso esta cumpla con mantener un ambiente bien iluminado.

- Cálculo de luminarias

El cálculo de luminarias para un ambiente se realiza usando el procedimiento conocido como método de lúmenes. Los lúmenes o luxes, es la unidad de medida para iluminación que se necesita sobre un metro cuadrado de superficie ($1 \text{ lux} = 1 \text{ lumen/m}^2$). El manual de *Criterios Normativos Para El Diseño Arquitectónico De Centros Educativos Oficiales*, editado por el Ministerio de Educación, en el apartado 1.5.d. del capítulo 2.1, recomienda emplear entre 250,0 a 500,0 luxes de iluminación.

Para el edificio escolar se considera el uso de 300,0 luxes por metro cuadrado; luminarias con cuatro lámparas fluorescentes de 32,0 watts de potencia cada una y un total de 11 040,0 luxes de iluminación, suspendidas a 30,0 centímetros del cielo. No se incluye el procedimiento del cálculo del flujo lumínico total ya que no es el cometido en este tema.

$$N = \frac{\Phi_T}{\Phi_L}; \Phi_T = \text{flujo lumínico total}, \Phi_L \text{ flujo lumínico de la luminaria}$$

$$N = \frac{\Phi_T}{\Phi_L} = \frac{76\,742,90 \text{ lux-m}^2}{11\,040 \text{ lux-m}^2} = 6,95 \text{ luminarias}$$

Se asumirá el uso de 8,0 luminarias por aula para que exista simetría en la distribución.

- Cálculo de circuitos

Por recomendación de diseño, los circuitos de iluminación deben en lo posible no sobrepasar una potencia de 1 200,0 watts. Las luminarias fluorescentes tienen una potencia de 128,0 watts, teniendo una potencia total de 1 024,0 watts en las 8,0 luminarias de cada aula. Se cumple la recomendación por lo tanto el empleo de un dispositivo de sobrevoltaje de 15,0 amperios, *breaker* o *flip-on* como comúnmente se le conoce, será utilizado para cada circuito de iluminación que no supere la potencia límite planteada.

3.9.1.2. Instalación de fuerza

Para utilizar equipos que emplean electricidad para su funcionamiento, computadoras, televisores, impresoras, etc., comunes para trabajos educativos o de oficina, es necesaria la disposición de una red de alimentación eléctrica

que suministrará el flujo o fuerza eléctrica, a través de las conexiones o tomacorrientes eléctricos.

- Cálculo de circuitos

Para la distribución de los circuitos de fuerza, se considera que el uso de corriente no debe sobrepasar la capacidad de protección del dispositivo de sobrevoltaje asumiendo así, un 25,0 % de margen mínimo al instante en que se conectan equipos o dispositivos al mismo circuito y al mismo tiempo.

Se toma para el edificio escolar un máximo de 8,0 unidades por circuito con capacidad de 300,0 watts de consumo:

$$\begin{aligned} \text{Potencia} &= \#_{\text{unidades}} * \text{consumo} \\ \text{Potencia} &= 8,0 * 300,0 \text{ watts} = 2\,400,0 \text{ watts} \end{aligned}$$

$$\text{Potencia con holgura} = 2\,400,0 \text{ watts} + 25\% = 3\,000,0 \text{ watts}$$

La potencia total se divide dentro del voltaje de la corriente del sistema igual a 120,0 voltios para conocer los amperios totales. Esto da como resultado una cantidad de 25,0 amperios; por lo tanto, el dispositivo de sobrevoltaje deberá ser de 25,0 amperios o 30,0 amperios.

3.9.1.3. Accesorios y cables

La tubería, los accesorios y las cajas para todos los circuitos de iluminación y fuerza deberán ser de material PVC. Los diámetros correspondientes y demás indicaciones deberán consultarse en los planos correspondientes a la instalación eléctrica.

El conductor por utilizar en toda la instalación deberá ser tipo cable de cobre THHN, en los calibres indicados en el plano de instalación eléctrica.

3.9.2. Instalación hidráulica

El servicio de suministro de agua potable para el edificio escolar se realizará por medio de tubería y accesorios de PVC con presión de trabajo igual a 200,0 PSI. Por tratarse de una instalación básica, se emplearán diámetros mínimos de distribución, de diámetro de tres cuartos de pulgada (3/4") para el ramal principal y diámetro de media pulgada (1/2") para los ramales secundarios. El ramal principal deberá disponerse en circuito cerrado para mantener presión constante de suministro. En el plano de instalación hidráulica se detalla el diseño de esta instalación.

3.9.3. Instalación de drenaje pluvial y sanitario

Para la evacuación de aguas pluviales se dispondrá de tubería PVC para bajada de aguas pluviales, empleando diámetro de tres pulgadas (3,0"). Este diámetro comúnmente se recomienda para evacuar un área de 100,0 metros cuadrados de superficie. Para el edificio escolar se disponen de cuatro bajadas pluviales con lo cual habrá una buena evacuación de las aguas. Estas tuberías estarán expuestas y se emplearán accesorios de sujeción para anclarse en los muros del edificio.

En el caso de la instalación de drenaje sanitario, únicamente evacuará las aguas residuales de un servicio sanitario y una pila de servicio. Se dispone del uso de tubería PVC para drenaje sanitario de cuatro pulgadas (4,0") en el tramo principal y apoyado de las cajas de registro como se indican en el plano de instalación.

3.10. Planos constructivos

El juego de planos del proyecto, adjunto en los apéndices, se conforma como indica el listado siguiente:

- Área de arquitectura
 - Planta amueblada, nivel 1 y nivel 2
 - Elevaciones
 - Planta acotada, nivel 1 y nivel 2
 - Planta de acabados, nivel 1 y nivel 2
 - Detalle de acabados
 - Detalles de ventanas
 - Detalle de puertas

- Área de estructuras
 - Planta de cimentación y refuerzo vertical, nivel 1
 - Planta de refuerzo vertical, nivel 2
 - Detalle de columnas
 - Planta de vigas y losas, nivel 1 y nivel 2
 - Detalle de vigas
 - Detalle de muros
 - Detalle de módulo de gradas

- Área de instalaciones
 - Planta de instalación de drenaje pluvial y sanitario

- Planta de instalación hidráulica
- Planta de instalación eléctrica de iluminación, nivel 1 y nivel 2
- Planta de instalación eléctrica de fuerza, nivel 1 y nivel 2

3.11. Presupuesto del proyecto

Se elaboró el cálculo del costo para la construcción del edificio escolar, para lo cual se realizó la integración de precios unitarios y la cuantificación respectiva para determinar las cantidades de trabajo y actividades previstas.

Se ha tomado como referencia principal, los precios de materiales que se encuentran en el mercado de la construcción y precios de mano de obra que actualmente se manejan en promedio. Se ha asignado un factor de costos indirectos correspondiente al 30,0 %. Finalmente, se tiene un costo por el proyecto de Q. 1 015 553,39 (un millón quince mil quinientos cincuenta y tres quetzales con treinta y nueve centavos).

3.12. Evaluación de impacto ambiental inicial

Tiene como objetivo identificar las principales fuentes generadoras de alteración ambiental que se puedan dar durante el transcurso de la construcción del edificio escolar. Para esta evaluación se utilizó el formulario de Evaluación Ambiental Inicial – Actividades De Bajo Impacto Dgga-Ga-R-001, proporcionado por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, MARN.

Como resultado de la evaluación se tiene como impacto principal, la generación de ruido y partículas suspendidas que afectarán en forma moderada principalmente a la población cercana del proyecto. Estas actividades son

características de un proyecto de construcción por lo que no representan consecuencias graves al ambiente.

En el apartado de apéndice de este trabajo se adjunta el formulario con la evaluación realizada para conocer las disposiciones analizadas y la mitigación correspondiente para minimizar el impacto ambiental en la fase de construcción.

CONCLUSIONES

1. El proyecto del edificio escolar satisface las condiciones de diseño recomendadas para el empleo de mampostería confinada como sistema estructural constructivo, a su vez, las disposiciones arquitectónicas que brindarán comodidad y una movilidad adecuada para las personas que utilicen el edificio.
2. Las recomendaciones estructurales tomadas en cuenta para el proyecto del edificio escolar se basan en las *Normas de seguridad estructural* que la Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica, AGIES, ha desarrollado, con énfasis en el uso de estructuras de mampostería confinada.
3. El proyecto del edificio escolar tiene un área de construcción total de 500,0 metros cuadrados distribuidos en los dos niveles de aulas como se presenta en los planos de planta amueblada.
4. Se espera que el edificio escolar genere un impacto alto en la población del caserío Santa Rosa y que culturalmente sea motivo de identificación, principalmente, en el aspecto educativo para que la sociedad mantenga una motivación de superación y búsqueda de la mejora para su comunidad.

RECOMENDACIONES

1. Solicitar que la supervisión para el proyecto sea continua, de calidad y con responsabilidad para que se respeten las disposiciones solicitadas de ejecución.
2. Para garantizar que estructuralmente el edificio escolar trabaje bajo las condiciones de diseño consideradas, es de suma importancia que los materiales para la fabricación de concreto estructural, varillas corrugadas de acero y bloques de concreto, tengan certificaciones fiables de ser materiales normados en el caso lo requiera, cuando menos una comprobación de calidad para aquellos que no sean normados.
3. Realizar un nuevo estudio de suelos para comparar los resultados de laboratorio obtenidos para el presente trabajo.
4. Estimar el empleo de mano de obra local, cuando menos en un 50,0 % de la planilla de trabajadores que dispondrá el proyecto para incentivar la actividad económica durante el tiempo de ejecución.

BIBLIOGRAFÍA

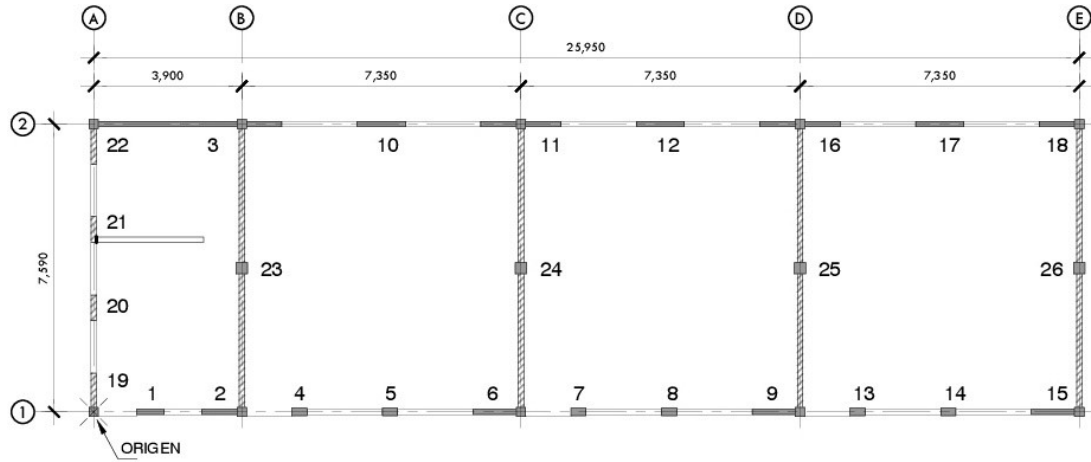
1. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica. *Normas de seguridad estructural de edificios y obras de infraestructura para la República de Guatemala*. Guatemala: AGIES, 2010. 474 p
2. American Concrete Institute Comité ACI 318. *Requisitos de reglamento para concreto estructural (ACI 318S-08) y comentario (ACI 318SR-08)*. Estados Unidos: ACI, 2008. 518 p.
3. ARGUETA HERNÁNDEZ, Oscar. *Estudio sobre el comportamiento de muros de mampostería como estructura de edificios*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1981. 127 p.
4. CRESPO VILLALAZ, Carlos. *Mecánica de suelos y cimentaciones*. México: Editorial Limusa, 2004. 650 p.
5. MONZÓN DESPANG, Héctor. *Manual de diseño sismo resistente simplificado, mampostería de block de concreto para Guatemala*. Guatemala: AGIES, 2014. 158P.
6. Ministerio de Educación de la República de Guatemala. *Criterios normativos para el diseño arquitectónico de centros educativos oficiales*. Guatemala: Ministerio de Educación, 2011. 154 p.

7. NIJ PATZÁN, Jéser Esaú de Jesús. *Guía práctica para el cálculo de capacidad de carga en cimentaciones superficiales, losas de cimentación, pilotes y pilas perforadas*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2009. 369 p.

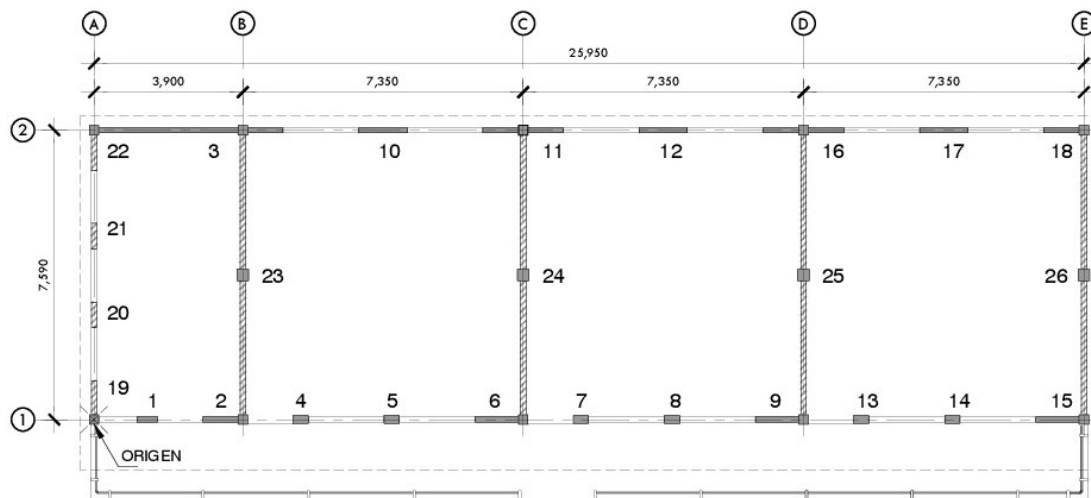
8. NILSON, Arthur H. *Diseño de estructuras de concreto*. Colombia: McGraw-Hill, 2001. 722 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. Selección de muros para análisis de mampostería



Nivel 1



Nivel 2

MUROS EN SENTIDO X

MUROS EN SENTIDO Y

Fuente: elaboración propia, empleando programa AutoCAD.

Apéndice 2.

Fuerza y momento actuante en muros, nivel 2, x - x

Valores para análisis		
F _x (ton)= 48,96	Momento de torsión,	MT= F _x * e _{yN1}
V=2F _x = 97,92	MT (ton-m)=	108,19
e _{yN2} = 2,210	Momento de volteo,	
Y _{CMC-N2} = 4,476	Mv (ton-m)=	165,48
e'y _{N2} = 1,746	Y _{cc} =Y _{CMC-N2} + e'y _{N2} =	6,222

Momento de volteo en muros nivel 2, sentido x - x												
No. Muro	Dirección	Rigidez, R	Distancia Y al origen, dY	dcc _y = dY-Y _{cc}	R * dcc _y (S)	R * dcc _y ² (P)	F _v = V*(R/ΣR)	F _t =MT*(S/ΣP)	F= F _v +F _t	M _{vi} = M _v *(R/ΣR)	M _{ti} = F _x *h _n *-e*P	M = M _{vi} + M _{ti}
1	x	0,077	0,0	6,222	0,479	2,981	0,368	0,308	0,676	0,622	-1,04	0,622
2	x	0,594	0,0	6,222	3,693	22,975	2,837	2,373	5,210	4,794	-8,02	4,794
3	x	9,235	7,590	1,368	12,638	17,295	44,139	8,123	52,262	74,594	-27,46	47,138
4	x	0,034	0,0	6,222	0,212	1,320	0,163	0,136	0,299	0,276	-0,46	0,276
5	x	0,034	0,0	6,222	0,212	1,320	0,163	0,136	0,299	0,276	-0,46	0,276
6	x	0,884	0,0	6,222	5,502	34,229	4,226	3,536	7,763	7,143	-11,95	7,143
7	x	0,034	0,0	6,222	0,212	1,320	0,163	0,136	0,299	0,276	-0,46	0,276
8	x	0,034	0,0	6,222	0,212	1,320	0,163	0,136	0,299	0,276	-0,46	0,276
9	x	0,884	0,0	6,222	5,502	34,229	4,226	3,536	7,763	7,143	-11,95	7,143
10	x	0,784	7,590	1,368	1,073	1,468	3,748	0,690	4,437	6,333	-2,33	4,002
11	x	2,405	7,590	1,368	3,292	4,505	11,496	2,116	13,612	19,428	-7,15	12,277
12	x	0,784	7,590	1,368	1,073	1,468	3,748	0,690	4,437	6,333	-2,33	4,002
13	x	0,034	0,0	6,222	0,212	1,320	0,163	0,136	0,299	0,276	-0,46	0,276
14	x	0,034	0,0	6,222	0,212	1,320	0,163	0,136	0,299	0,276	-0,46	0,276
15	x	0,884	0,0	6,222	5,502	34,229	4,226	3,536	7,763	7,143	-11,95	7,143
16	x	2,405	7,590	1,368	3,292	4,505	11,496	2,116	13,612	19,428	-7,15	12,277
17	x	0,784	7,590	1,368	1,073	1,468	3,748	0,690	4,437	6,333	-2,33	4,002
18	x	0,561	7,590	1,368	0,768	1,051	2,681	0,493	3,175	4,531	-1,67	2,863
		20,49				168,33						

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. Fuerza y momento actuante en muros, nivel 2, y - y

Valores para análisis		
Fy, (ton)= 48,96	Momento de torsión,	MT= Fy * e _{xN1}
V=2Fy= 97,92	MT (ton-m)=	134,20
e _{xN2} = 2,741	Momento de volteo,	
X _{CMC-N2} = 13,175	Mv (ton-m)=	165,48
e' _{xN2} = 1,407	X _{cc} =X _{CMC-N2} + e' _{xN2} =	14,582

Momento de volteo en muros nivel 2, sentido y - y												
No. Muro	Dirección	Rigidez, R	Distancia X al origen, dx	dcc _x = dX-X _{cc}	R * dcc _x (S)	R * dcc _x ² (P)	Fv= V*(R/ΣR)	Ft=MT*(S/ΣP)	F= Fv+Ft	Mvi = Mv*(R/ΣR)	Mti = Fx*hn*-e*P	M = Mvi + Mti
19	y	0,555	0,000	14,582	8,087	117,923	0,863	0,243	1,106	1,458	-0,82	0,637
20	y	0,149	0,000	14,582	2,179	31,774	0,233	0,065	0,298	0,393	-0,22	0,172
21	y	0,149	0,000	14,582	2,179	31,774	0,233	0,065	0,298	0,393	-0,22	0,172
22	y	0,594	0,000	14,582	8,655	126,205	0,924	0,260	1,184	1,561	-0,88	0,682
23	y	15,370	3,900	10,682	164,179	1753,729	23,916	4,933	28,849	40,418	-16,67	23,745
24	y	15,370	11,250	3,332	51,210	170,621	23,916	1,539	25,455	40,418	-5,20	35,218
25	y	15,370	18,600	4,018	61,760	248,163	23,916	1,856	25,772	40,418	-6,27	34,146
26	y	15,370	25,950	11,368	174,729	1986,356	23,916	5,250	29,166	40,418	-17,74	22,673
		62,93				4466,54						

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. Áreas de acero por flexión, nivel 2

Resumen de áreas de acero por flexión - muros, nivel 2					
No. Muro	L, m	As _{min} , cm ²	As _{req} , cm ²	Configuración de elementos en el muro	As _{Total}
1	0,53	0,52	1,32	E* + F	4,275
2	1,13	1,10	4,53	C* + E*	15,83
3	5,03	4,92	9,60	2xC* + 3xD*	38,785
4	0,40	0,39	0,80	B	12,67
5	0,40	0,39	0,80	B	12,67
6	1,33	1,30	5,68	C* + E*	15,83
7	0,40	0,39	0,80	B	12,67
8	0,40	0,39	0,80	B	12,67
9	1,33	1,30	5,68	C* + E*	15,83
10	1,26	1,23	3,36	2xD*	8,55
11	2,11	2,07	6,04	C* + 2xD*	21,53
12	1,26	1,23	3,36	2xD*	8,55
13	0,40	0,39	0,80	B	12,67
14	0,40	0,39	0,80	B	12,67
15	1,33	1,30	5,68	C* + E*	15,83
16	2,11	2,07	6,04	C* + 2xD*	21,53
17	1,26	1,23	3,36	2xD*	8,55
18	1,10	1,08	2,77	C* + D*	17,275
19	1,10	1,07	0,62	C* + E*	15,83
20	0,67	0,66	0,28	2xE*	5,7008
21	0,67	0,66	0,28	2xE*	5,7008
22	1,13	1,10	0,64	E*	2,85
23	7,73	7,58	5,33	A + 4xE*	24,38
24	7,73	7,58	4,64	A + 4xE*	24,38
25	7,73	7,58	4,50	A + 4xE*	24,38
26	7,73	7,58	2,99	A + 4xE*	24,38

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 5. Áreas de acero por corte, nivel 2

Resumen de áreas de acero por corte - muros, nivel 2					
No. Muro	L, m	Asmin, cm ²	Asreq, cm ²	Configuración de elementos en el muro	AsTotal
1	0,53	1,11	1,14	SC + 2xSI + SH	17,258
2	1,13	2,36	4,18	SC + 2xSI + SH	17,258
3	5,03	10,55	9,38	SC + 2xSI + SH	17,258
4	0,40	0,84	0,68	SC + 2xSI + SH	17,258
5	0,40	0,84	0,69	SC + 2xSI + SH	17,258
6	1,33	2,78	5,28	SC + 2xSI + SH	17,258
7	0,40	0,84	0,68	SC + 2xSI + SH	17,258
8	0,40	0,84	0,68	SC + 2xSI + SH	17,258
9	1,33	2,78	5,39	SC + 2xSI + SH	17,258
10	1,26	2,65	3,27	SC + 2xSI + SH	17,258
11	2,11	4,43	5,82	SC + 2xSI + SH	17,258
12	1,26	2,65	3,21	SC + 2xSI + SH	17,258
13	0,40	0,84	0,68	SC + 2xSI + SH	17,258
14	0,40	0,84	0,69	SC + 2xSI + SH	17,258
15	1,33	2,78	5,44	SC + 2xSI + SH	17,258
16	2,11	4,43	5,87	SC + 2xSI + SH	17,258
17	1,26	2,65	3,24	SC + 2xSI + SH	17,258
18	1,10	2,31	2,65	SC + 2xSI + SH	17,258
19	1,10	2,30	0,90	SC + 2xSI + SH	17,258
20	0,67	1,41	0,40	SC + 2xSI + SH	17,258
21	0,67	1,41	0,40	SC + 2xSI + SH	17,258
22	1,13	2,36	0,96	SC + 2xSI + SH	17,258
23	7,73	16,23	3,43	SC + 2xSI + SH	17,258
24	7,73	16,23	2,97	SC + 2xSI + SH	17,258
25	7,73	16,23	3,04	SC + 2xSI + SH	17,258
26	7,73	16,23	3,44	SC + 2xSI + SH	17,258

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 6.

Planos constructivos

Se presenta a continuación el juego de planos constructivos, correspondientes al proyecto *Diseño del edificio de dos niveles para uso escolar en caserío Santa Rosa, aldea Estancia Grande, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.*

Fuente: elaboración propia, empleando programa AutoCAD

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE PROYECTO:

CONCRETO ARMADO:

- RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, f_c : 210 kg/cm² A LOS 28 DÍAS DE FRAGUADO.
- RESISTENCIA A LA FLUENCIA DEL ACERO, f_y :
2800 kg/cm² (40,000 psi) PARA VARILLAS No. 4 EN ADELANTE.
2300 kg/cm² (33,000 psi) PARA VARILLAS No.3
- CEMENTO: TIPO PORTLAND 1 (USO GENERAL EN LA CONSTRUCCIÓN) QUE CUMPLA CON NORMA ASTM C150.
- AGREGADOS: CUMPLIR CON NORMA ASTM C33. EL AGREGADO GRUESO NO DEBE SER MAYOR DE 3/4 DEL ESPACIAMIENTO MÍNIMO ENTRE LAS VARILLAS DE REFUERZO. EL AGREGADO FINO DEBE ESTAR LIBRE DE CONTAMINANTES QUE ALTEREN LA CALIDAD DEL CONCRETO, DESCARTAR SI LA EXTRACCIÓN PROCEDE DE RÍOS CONTAMINADOS.
- AGUA: DEBE ESTAR LIBRE DE RESIDUOS DE ACEITE, ÁCIDOS, ALCÁLIS, SALES, MATERIA ORGÁNICA U OTRA SUSTANCIA QUE ALTERE EL ESTADO LIMPIO DEL AGUA A EMPLEAR. LA RELACIÓN AGUA-CEMENTO PARA LA MEZCLA DE CONCRETO EN TODOS LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES NO DEBE SUPERAR LA RELACIÓN 0.50.
- ADITIVOS: CUALQUIER TIPO DE ADITIVO A UTILIZAR EN LAS MEZCLAS DE CONCRETO DEBERÁ SER APROBADO POR LA SUPERVISIÓN DEL PROYECTO.
- RECOMENDACIONES GENERALES: LA MEZCLA DE CONCRETO DEBE SER TRABAJABLE Y CONSISTENTE, QUE PERMITA FACILMENTE SU COLOCACIÓN DENTRO DEL ENCOFRADO Y ALREDEDOR DEL REFUERZO, SIN LLEGAR A FLUIDEZ QUE SUPERE LA RELACIÓN AGUA CEMENTO INDICADA. REALIZAR UN BUEN PUNZADO O VIBRADO EN TODOS LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES PARA EVITAR CABIDADES Y VACIOS SIN LLEGAR A SEGREGACIÓN Y EXUDACIÓN EXCESIVA. LA CALIDAD DEL CONCRETO SE VERIFICARÁ A TRAVÉS DE PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SEGÚN NORMA ASTM C31 Y C39.

MAMPOSTERÍA:

- BLOQUES DE CONCRETO DE 14x19x39cm CON RESISTENCIA $f_m = 133$ kg/cm² TIPO ESTRUCTURAL CLASE A, CON DOBLE TABIQUE EN SU CARACTERÍSTICA DE FABRICACIÓN.
- RECOMENDACIONES GENERALES: LAS PIEZAS DEBERÁN SER UNIDAS POR MEDIO DE MORTERO DE PEGA CLASE M A LECHO COMPLETO. SUPERVISAR EL HUMEDECIMIENTO SUFICIENTE DE LAS PIEZAS PARA EVITAR LA ABSORCIÓN DEL AGUA DEL MORTERO.

RECUBRIMIENTOS MÍNIMOS:

- INDICADOS EN DETALLES.

DOBLECES Y EMPALMES:

- EL DOBLEZ EN LAS VARILLAS DE ACERO DEBE REALIZARSE EN FRÍO. POR NINGÚN MOTIVO SE PERMITE CALENTAR EL ACERO O DESDOBLAR VARILLAS Y REUTILIZARSE EN PUNTOS CRÍTICOS.
- LAS VARILLAS LONGITUDINALES CON DOBLEZ EN PUNTOS DE TRASLAPE O PASO A TRAVÉS DE NUDOS, DEBERÁN DOBLARSE CON UNA RELACIÓN DE PENDIENTE MÁXIMA DE 1:6 RESPECTO AL EJE DE LA VARILLA.
- DOBLECES, EMPALMES Y LONGITUDES DE DESARROLLO COMO SE INDICAN EN LA TABLA ADJUNTA.

MODULO DE GRADAS:

- EL MODULO SE CONSTRUIRÁ INDEPENDIENTE AL EDIFICIO, POR LO QUE DEBE CONSIDERARSE JUNTA DE CONSTRUCCIÓN NO MAYOR A 5.0cm Y NO MENOR A 2.5cm. EMPLEAR RELLENO CON DUROPORT O NEOPRENO DE BAJA DENSIDAD DE ESPESOR SEGÚN EL ANCHO DE LA JUNTA, Y SELLADOR ELASTOMERICO PARA EVITAR FILTRACIONES EN LA JUNTA CON ESPESOR DE APLICACIÓN MÁXIMO SEGÚN FABRICANTE, PARA SOPORTAR EL TRANSITO DE ESTUDIANTES.
- EL PASAMANOS Y BARANDA SE CONSTRUIRÁ CON POSTES PREFABRICADOS EN OBRA (VER DETALLE EN HOJA No.5), Y TUBERÍA DE HIERRO GALVANIZADO. LA TUBERÍA SOLO RECIBIRÁ TRATAMIENTO DE LIMPIEZA. EL ARMADO DE POSTES SERÁ CON VARILLAS No.3 UNIDAS CON AMARRES. LOS DIÁMETROS DE LOS AGUJEROS INDICADOS REFERENCIAN EL TAMAÑO DEL TUBO HG A USAR. CONSIDERAR HOLGURA MÍNIMA SEGÚN TAMAÑO REAL DEL TUBO PARA EVITAR ATASCO. LOS AGUJEROS EN POSTES DE GRADAS NO DEBEN SER PARALELOS A LA CARA DE ESTE. CONSIDERAR LA INCLINACIÓN DEL TUBO SEGÚN LA DIFERENCIA DE NIVEL ENTRE CONTRAHUELLAS.

INSTALACIONES DE SERVICIO:

- SANITARIA: EVITAR EL USO DE TUBERÍA PARA BAJADA DE AGUA PLUVIAL.
- HIDRÁULICA: EMPLEAR TUBERÍA Y ACCESORIOS PVC 160 PSI.
- ELÉCTRICA: USO DE CONDUCTOR TIPO CABLE DE COBRE THHN, EN LOS DIÁMETROS INDICADOS SEGÚN PLANOS.


GANCHOS DE REFUERZO Y LONGITUD DE DESARROLLO						
No.	Db (cm)	L1	L2	L3	Ld	Long. de empalme
2	0.64	0.08	0.08	0.06	0.30	0.40
3	0.95	0.08	0.12	0.06	0.30	0.40
4	1.27	0.08	0.16	0.06	0.30	0.40
6	1.59	0.10	0.20	0.07	0.30	0.40
6	1.91	0.12	0.23	0.08	0.32	0.45
7	2.22	0.14	0.27	0.09	0.37	0.50
8	2.54	0.16	0.31	0.11	0.42	0.55
9	2.86	—	0.35	0.12	0.47	0.65
10	3.18	—	0.39	0.13	0.52	0.70
11	3.49	—	0.42	0.14	0.58	0.80

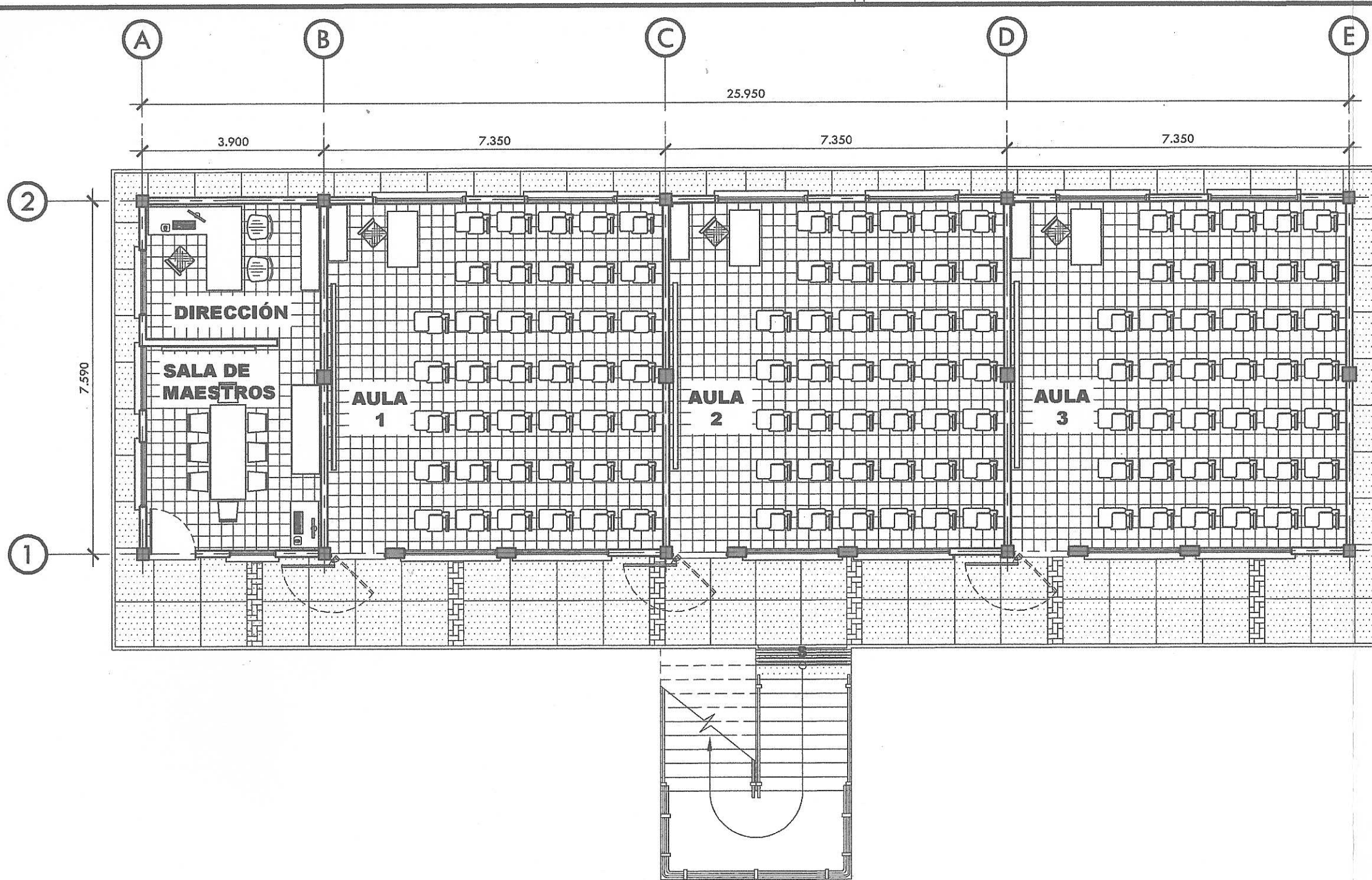
GANCHOS DE REFUERZO ACI 318-05 CAP. 7.1
LONGITUD DE DESARROLLO ACI 318-05 CAP. 12.5
LONGITUD DE EMPALME ACI 318-05 CAP. 12.15.1

ÍNDICE DE PLANOS:

- Hoja 1: requerimientos constructivos del proyecto.
- Hoja 2: planta amueblada, nivel 1.
- Hoja 3: planta amueblada, nivel 2.
- Hoja 4: elevación frontal y elevación posterior.
- Hoja 5: elevación lateral izquierda y derecha, sección transversal.
- Hoja 6: planta acotada, nivel 1.
- Hoja 7: planta acotada, nivel 2.
- Hoja 8: planta de acabados, nivel 1.
- Hoja 9: planta de acabados, nivel 2.
- Hoja 10: detalle de acabados en pisos interiores y exteriores.
- Hoja 11: detalles de ventanas, I.
- Hoja 12: detalles de ventanas, II.
- Hoja 13: detalle de puertas, I.
- Hoja 14: detalle de puertas, II.
- Hoja 15: planta de cimentación y refuerzo vertical, nivel 1.
- Hoja 16: planta de refuerzo vertical, nivel 2.
- Hoja 17: detalles de columnas.
- Hoja 18: planta de vigas y losas, nivel 1.
- Hoja 19: planta de vigas y losas, nivel 2.
- Hoja 20: detalle de viga, V-1.
- Hoja 21: detalle de vigas, V-2N1 y V-2N2.
- Hoja 22: detalle de muros.
- Hoja 23: detalle de módulo de gradas, I.
- Hoja 24: detalle de módulo de gradas, II.
- Hoja 25: planta de instalación de drenaje, pluvial y sanitario.
- Hoja 26: planta de instalación hidráulica.
- Hoja 27: planta de instalación eléctrica de iluminación, nivel 1
- Hoja 28: planta de instalación eléctrica de iluminación, nivel 2
- Hoja 29: planta de instalación eléctrica de fuerza, nivel 1
- Hoja 30: planta de instalación eléctrica de fuerza, nivel 2



 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR CASERIO SANTA ROSA, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ.		
CONTENIDO: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE PROYECTO		
DISEÑO: CARLOS CHIGÜICHÓN	ESCALA: SIN ESCALA	HOJA: 1 / 30
REVISÓ: ING. OSCAR ARGUETA	FECHA: MAR. 2018	



PLANTA AMUEBLADA - NIVEL UNO

ESCALA 1:100

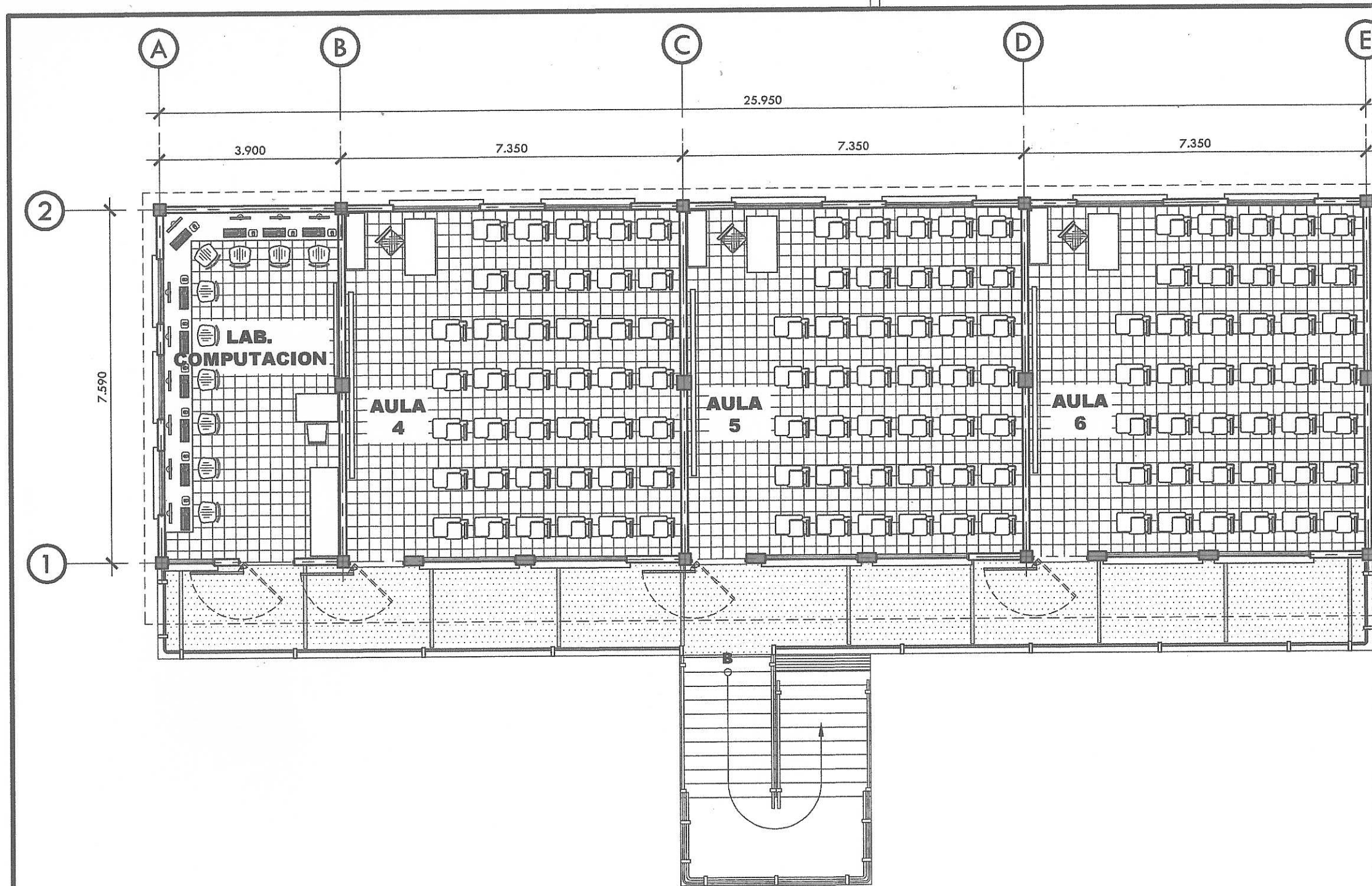



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:
EDIFICIO ESCOLAR CASERIO SANTA ROSA, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ.

CONTENIDO:
PLANTA AMUEBLADA NIVEL 1

DISEÑO: CARLOS CHIGÚICHÓN	ESCALA: 1:100	HOJA: 2 / 30
REVISÓ: ING. OSCAR ARGUETA	FECHA: MAR. 2018	



PLANTA AMUEBLADA - NIVEL DOS

ESCALA 1:100



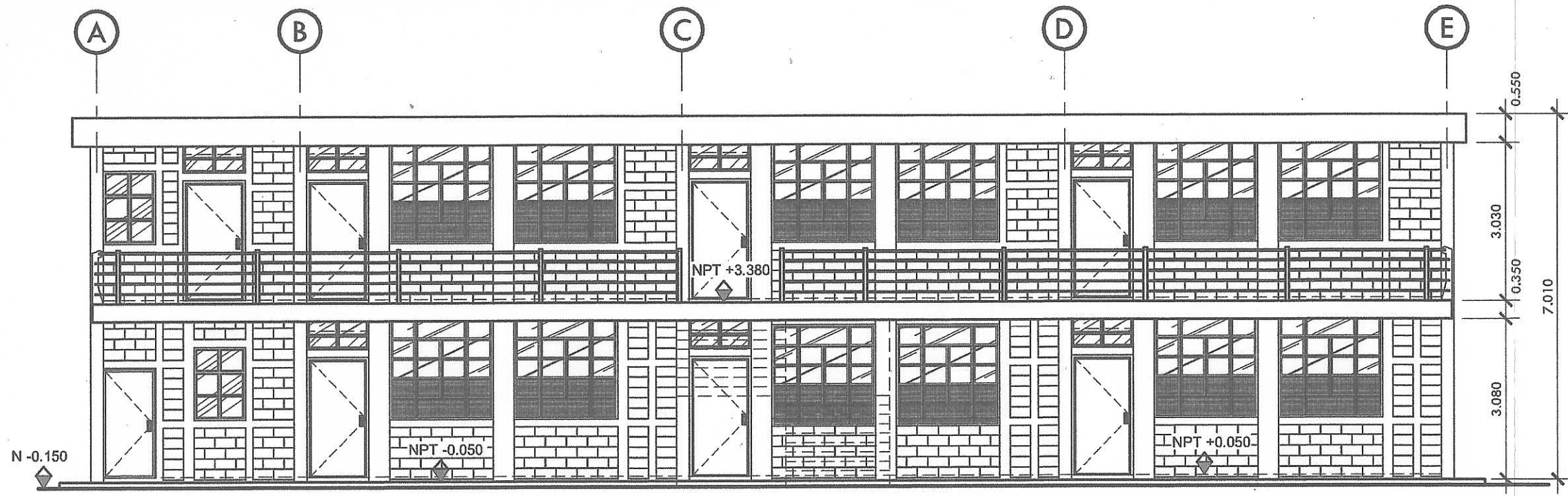
**UNIVERSIDAD DE
SAN CARLOS
DE GUATEMALA**

**FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO**

PROYECTO:
**EDIFICIO ESCOLAR CASERIO SANTA
ROSA, ALDEA ESTANCIA GRANDE,
SAN JUAN SACATEPÉQUEZ.**

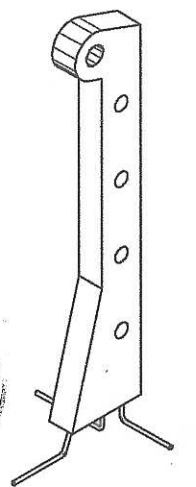
CONTENIDO:
PLANTA AMUEBLADA NIVEL 2

DISEÑO: CARLOS CHIGÜICHÓN	ESCALA: 1:100	HOJA: 3
REVISÓ: ING. OSCAR ARGUETA	FECHA: MAR. 2018	30

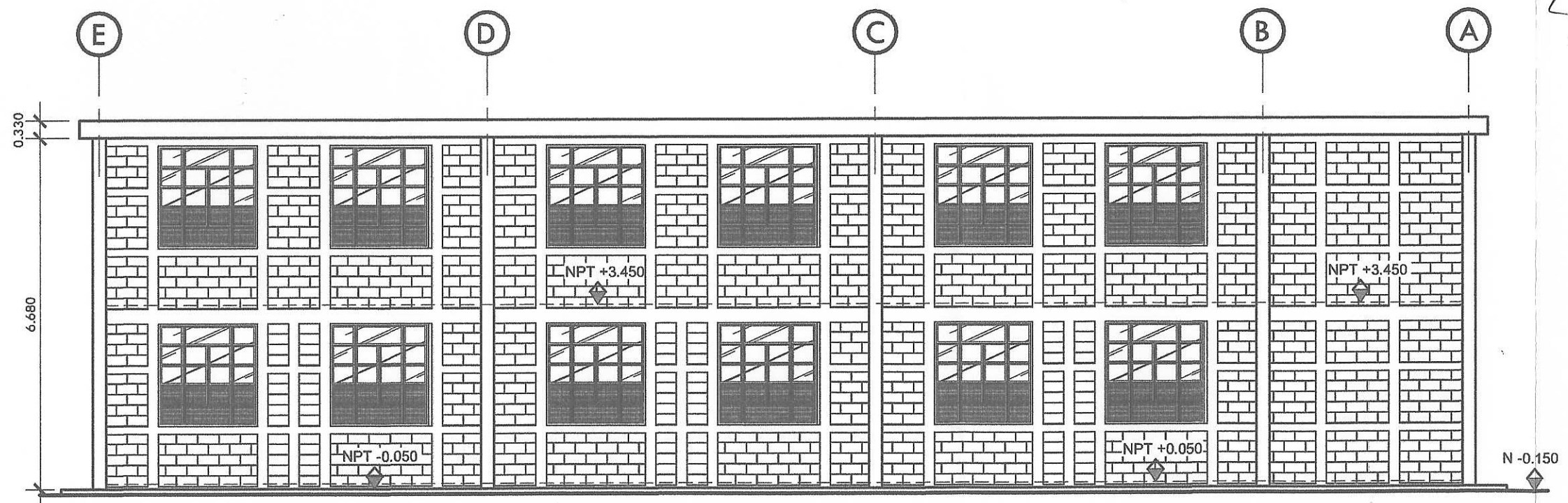


ELEVACION FRONTAL

ESCALA 1:100




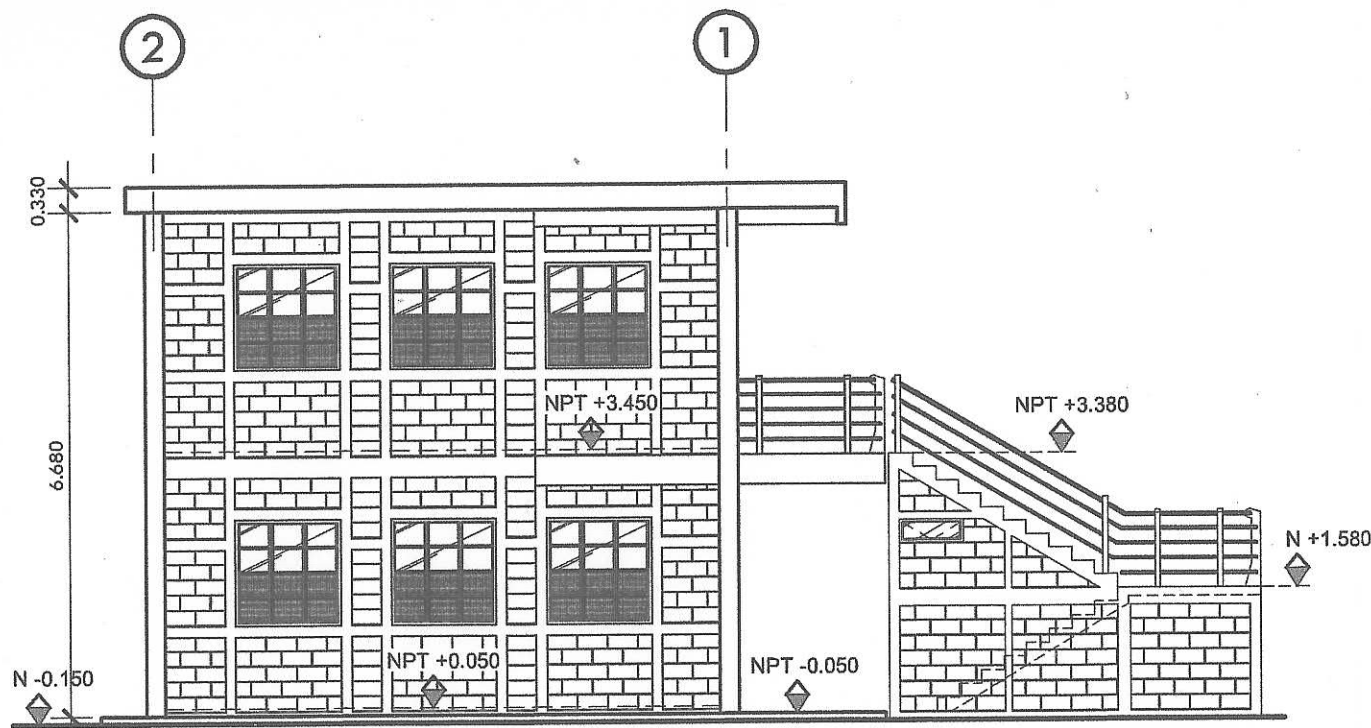
ISOMÉTRICO DE POSTE
VER HOJA No.5



ELEVACION POSTERIOR

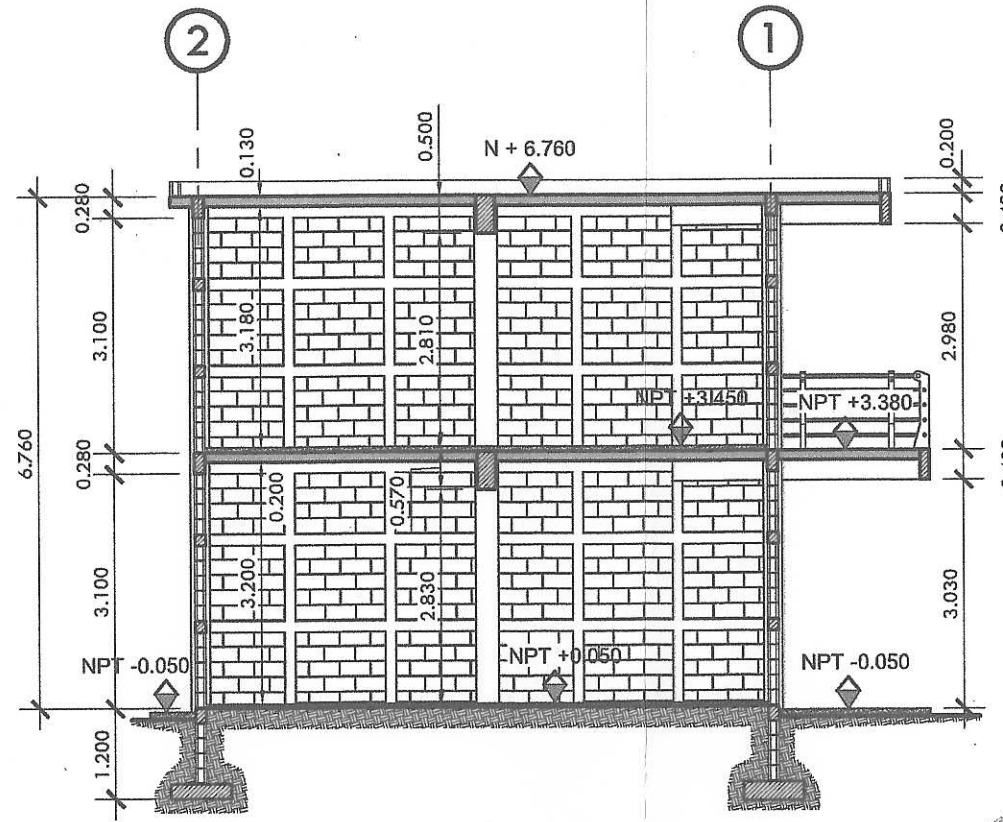
ESCALA 1:100

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
	FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR CASERIO SANTA ROSA, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ.		
CONTENIDO: ELEVACIÓN FRONTAL Y ELEVACIÓN POSTERIOR		
DISEÑO: CARLOS CHIGÜICHÓN	ESCALA: 1:100	HOJA: 4 / 30
REVISÓ: ING. OSCAR ARGUETA	FECHA: MAR. 2018	



ELEVACION LATERAL IZQUIERDA

ESCALA 1:100

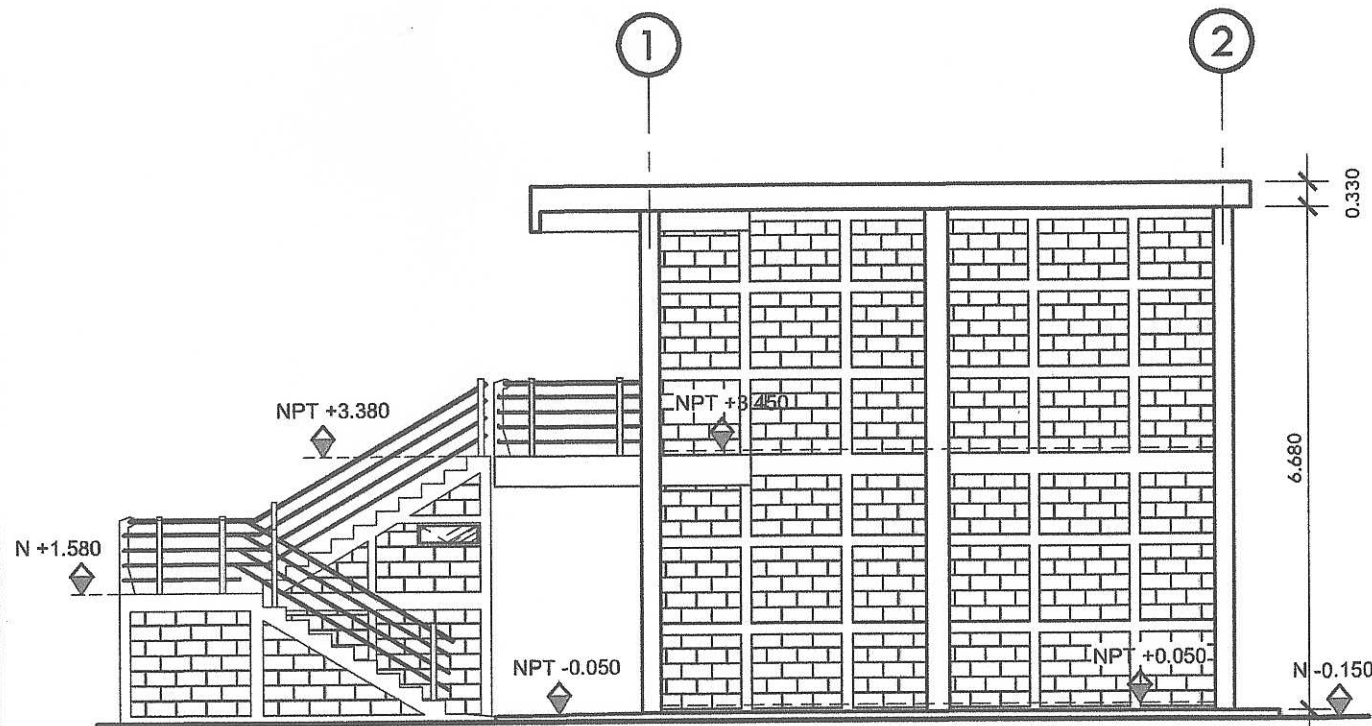


SECCION TRANSVERSAL

ESCALA 1:100



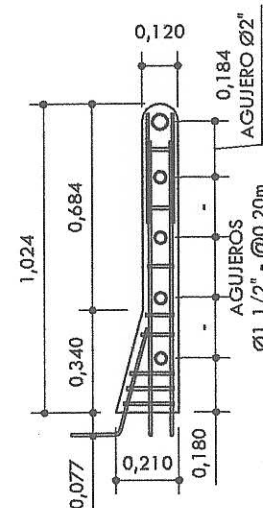
NOTA: LA SECCIÓN NO PRESENTA ACABADO EN MUROS INTERNOS CON LA FINALIDAD DE MOSTRAR LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES.



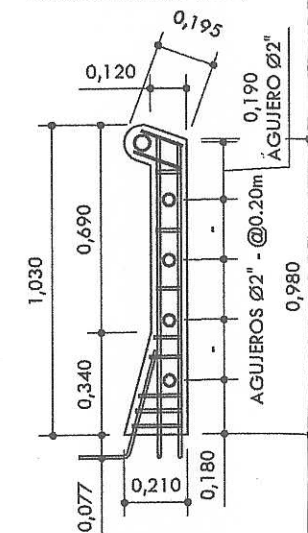
ELEVACION LATERAL DERECHA


ESCALA 1:100

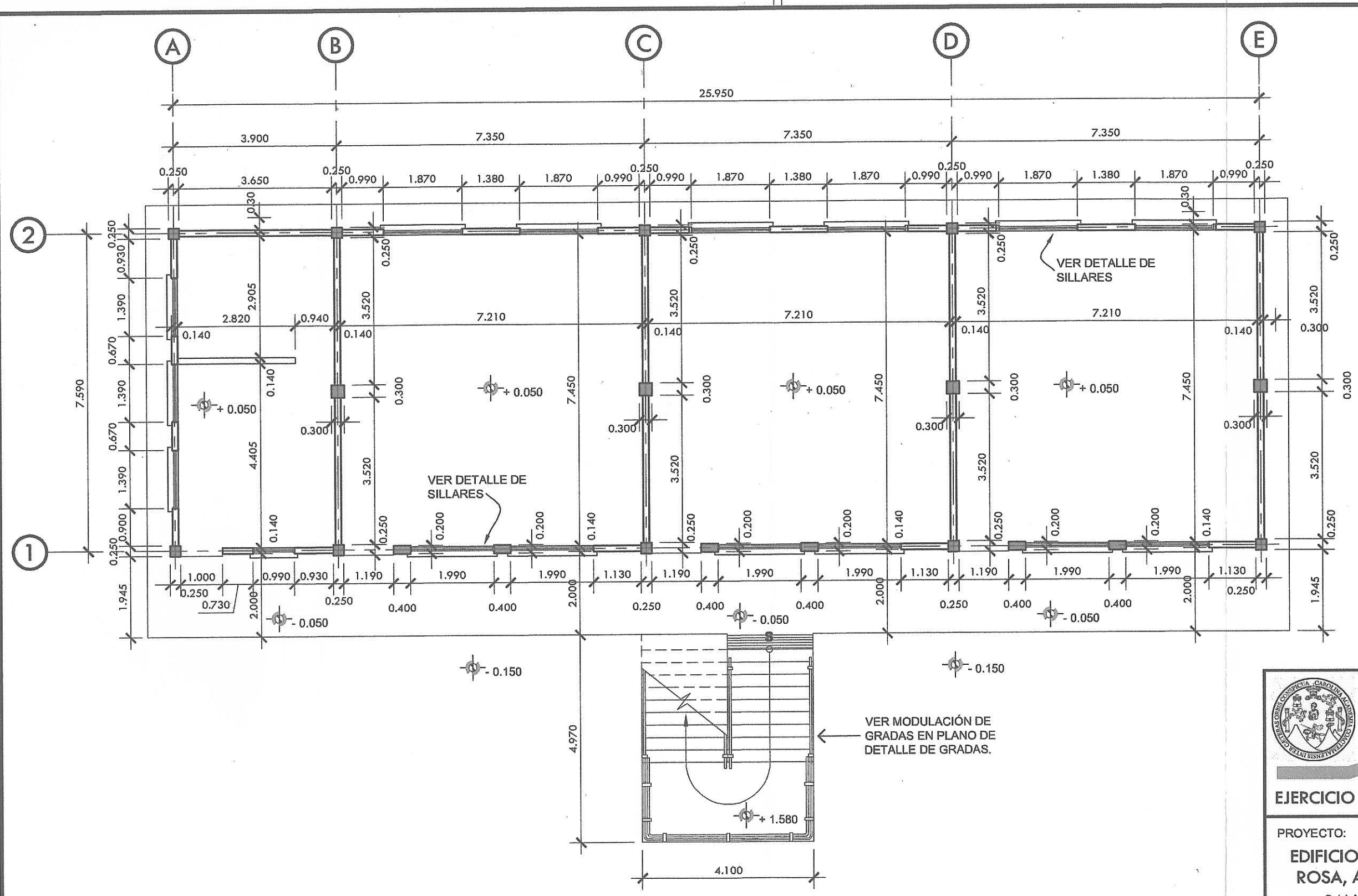
POSTE EN GRADAS




POSTE EN VARANDA



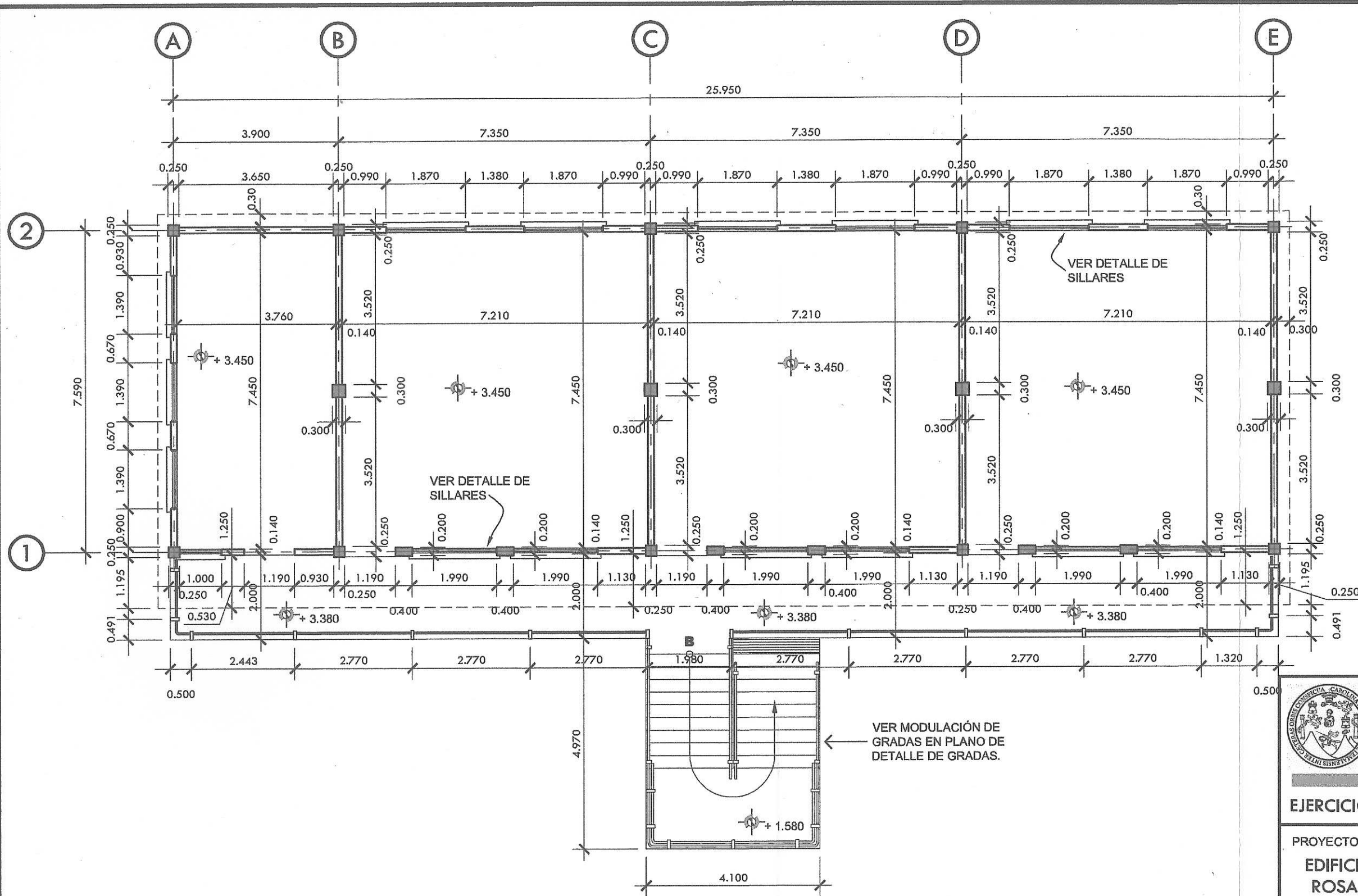
 <p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</p> <p>FACULTAD DE INGENIERIA</p> <p>EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO</p>		
<p>PROYECTO:</p> <p>EDIFICIO ESCOLAR CASERIO SANTA ROSA, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ.</p>		
<p>CONTENIDO:</p> <p>ELEVACIÓN LATERAL IZQUIERDA Y DERECHA, SECCIÓN TRANSVERSAL</p>		
<p>DISEÑO:</p> <p>CARLOS CHIGÜICHÓN</p>	<p>ESCALA:</p> <p>1:100</p>	<p>HOJA:</p> <p>5 / 30</p>
<p>REVISÓ:</p> <p>ING. OSCAR ARGUETA</p>	<p>FECHA:</p> <p>MAR. 2018</p>	



PLANTA ACOTADA- NIVEL UNO
 ESCALA 1:100

SIMBOLOGÍA DE INDICACIÓN DE NIVELES DE PISO VISTOS EN PLANTA:
 NIVEL DE PISO

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR CASERIO SANTA ROSA, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ.		
CONTENIDO: PLANTA ACOTADA NIVEL 1		
DISEÑO: CARLOS CHIGÜICHÓN	ESCALA: 1:100	HOJA: 6 / 30
REVISÓ: ING. OSCAR ARGUETA	FECHA: MAR. 2018	



PLANTA ACOTADA- NIVEL DOS

ESCALA 1:100

SIMBOLOGÍA DE INDICACIÓN DE NIVELES DE PISO VISTOS EN PLANTA:



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

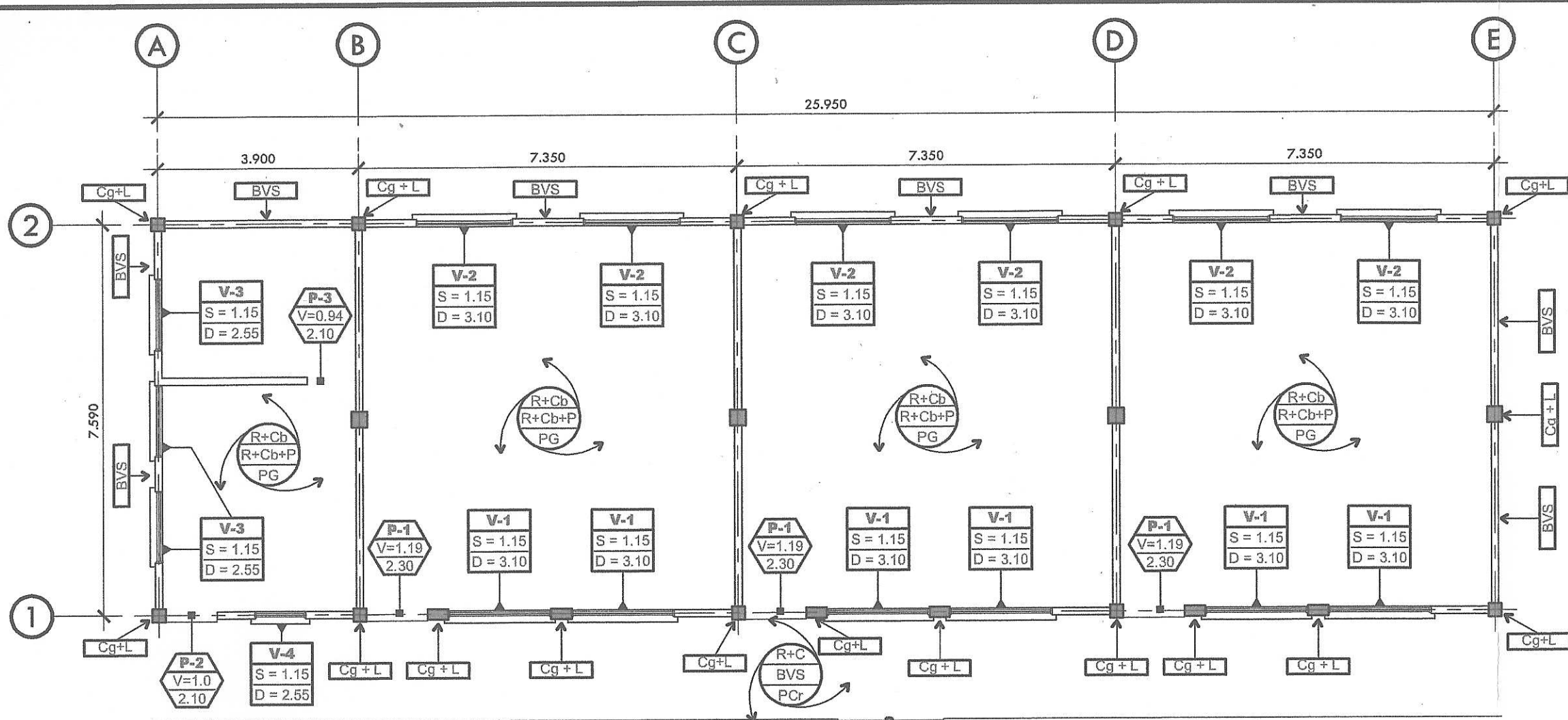
PROYECTO:
EDIFICIO ESCOLAR CASERIO SANTA ROSA, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ.

CONTENIDO:
PLANTA ACOTADA NIVEL 2

DISEÑO:
 CARLOS CHIGÜICHÓN
 REVISÓ:
 ING. OSCAR ARGUETA

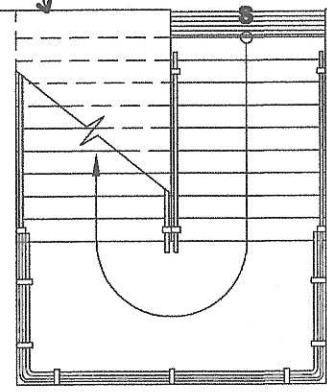
ESCALA:
 1:100
 FECHA:
 MAR. 2018

HOJA:
 7 / 30



SÍMBOLOGIA	
	ACABADO GENERAL EN CIELO, MURO Y PISO
	ACABADO LOCALIZADO
Ab	ALIZADO BLANCO
BVS	BLOCK VISTO SISADO
Cg	CERNIDO GRIS
Cb	CERNIDO BLANCO
L	LECHADA DE CEMENTO
P	PINTURA
PG	PISO DE GRANITO
PCr	PISO DE CONCRETO
R	REPELLO

SIMBOLOGÍA PARA TIPO DE PUERTAS Y VENTANAS:



VER ACABADOS Y DETALLES EN PLANO DE DETALLE DE GRADAS.



PLANTA DE ACABADOS - NIVEL UNO ESCALA 1:100

NOTAS:

- LA CAPA DE REPELLO TENDRÁ UN GROSOR MÁXIMO 1.5cm PARA MUROS Y 2.0cm EN CIELOS.
- EL CERNIDO BLANCO EN MUROS SERÁ VERTICAL Y REMOLINEADO EN CIELOS.
- EL CERNIDO GRIS SE APLICARÁ COMO ACABADO PARA TODOS LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES.
- LA LECHADA DE CEMENTO SE APLICARÁ SOLO EN COLUMNAS INDICADAS EN PLANO.
- EL CISADO DE MORTERO DE PEGA NO DEBERÁ EXCEDER MÁS DE 5.0mm DONDE SE INDIQUE "BLOCK CISADO".
- LA VENTANA TIPO V-4 NO APARECE INDICADA EN PLANOS. SE LOCALIZA COMO SOBREMARCO EN CADA UNA DE LAS PUERTAS DE LAS AULAS.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

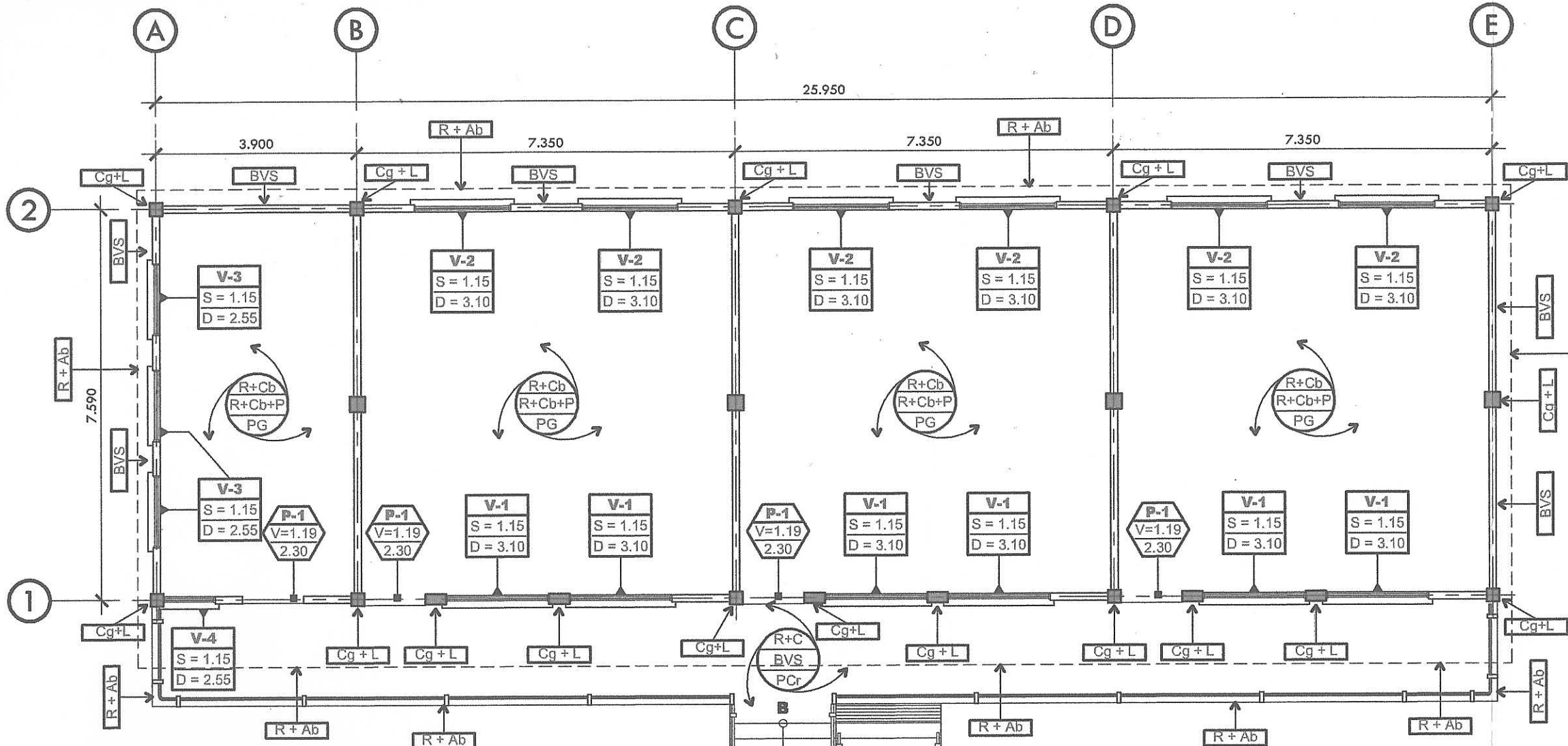
FACULTAD DE INGENIERIA

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:
EDIFICIO ESCOLAR CASERIO SANTA ROSA, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ.

CONTENIDO:
PLANTA DE ACABADOS NIVEL 1

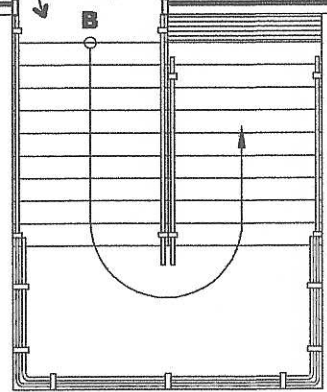
DISEÑO: CARLOS CHIGÜICHÓN	ESCALA: 1:100	HOJA: 8 / 30
REVISÓ: ING. OSCAR ARGUETA	FECHA: MAR. 2018	



SÍMBOLOGIA

	ACABADO GENERAL EN CIELO, MURO Y PISO
	ACABADO LOCALIZADO
Ab	ALIZADO BLANCO
BVS	BLOCK VISTO SISADO
Cg	CERNIDO GRIS
Cb	CERNIDO BLANCO
L	LECHADA DE CEMENTO
P	PINTURA
PG	PISO DE GRANITO
PCr	PISO DE CONCRETO
R	REPELLO

SIMBOLOGÍA PARA TIPO DE PUERTAS Y VENTANAS:



VER ACABADOS Y DETALLES EN PLANO DE DETALLE DE GRADAS.

Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. Oscar Argueta Hernández
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

PLANTA DE ACABADOS - NIVEL DOS

ESCALA 1:100

NOTAS:

- LA CAPA DE REPELLO TENDRÁ UN GROSOR MÁXIMO 1.5cm PARA MUROS Y 2.0cm EN CIELOS.
- EL CERNIDO BLANCO EN MUROS SERÁ VERTICAL Y REMOLINEADO EN CIELOS.
- EL CERNIDO GRIS SE APLICARÁ COMO ACABADO PARA TODOS LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES.

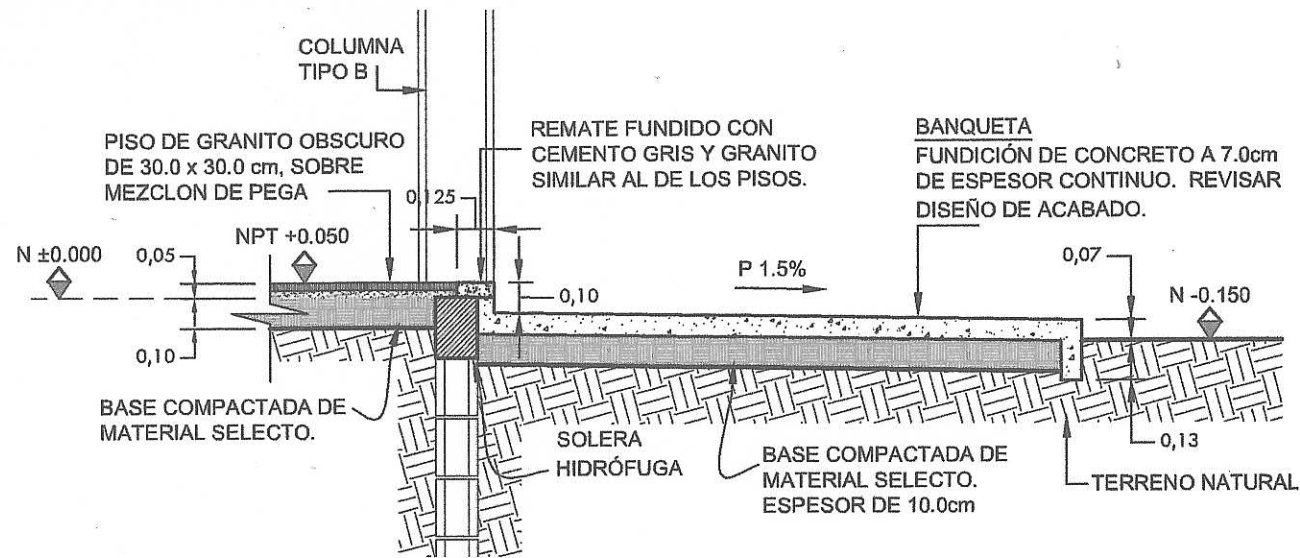
- LA LECHADA DE CEMENTO SE APLICARÁ SOLO EN COLUMNAS INDICADAS EN PLANO.
- EL CISADO DE MORTERO DE PEGA NO DEBERÁ EXCEDER MÁS DE 5.0mm DONDE SE INDIQUE "BLOCK CISADO".
- LA VENTANA TIPO V-4 NO APARECE INDICADA EN PLANOS. SE LOCALIZA COMO SOBREMARCO EN CADA UNA DE LAS PUERTAS DE LAS AULAS.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:
 EDIFICIO ESCOLAR CASERIO SANTA ROSA, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ.

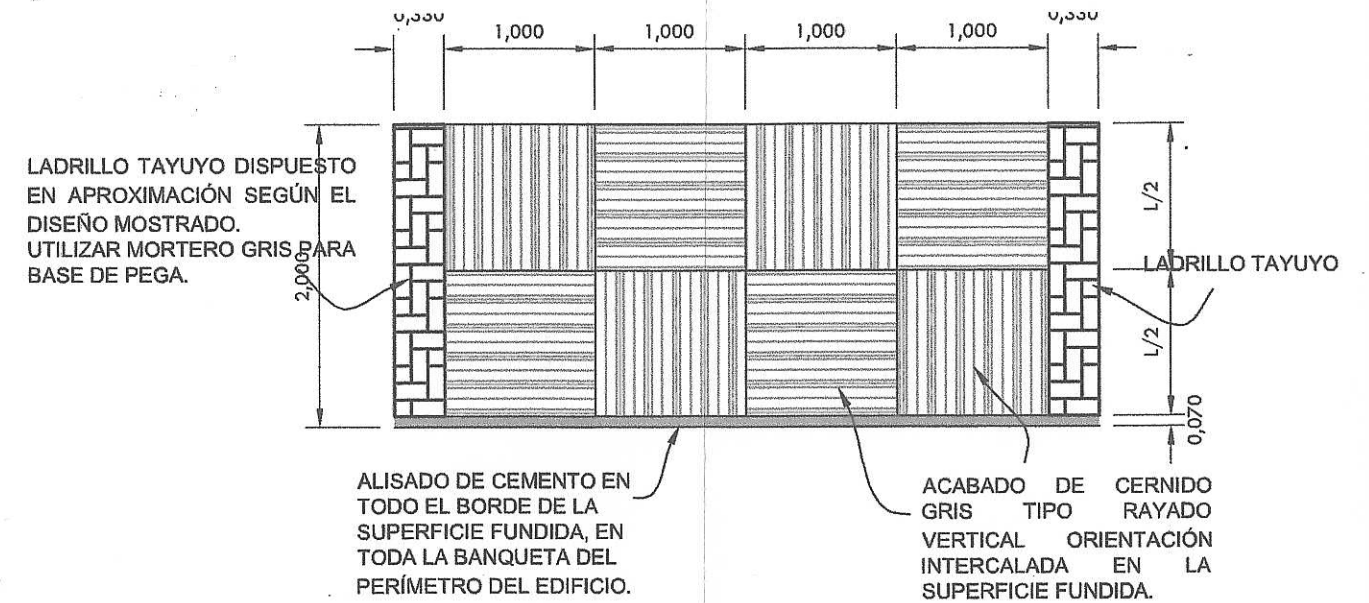
CONTENIDO:
 PLANTA DE ACABADOS NIVEL 2

DISEÑO: CARLOS CHIGÚICHÓN	ESCALA: 1:100	HOJA: 9 / 30
REVISÓ: ING. OSCAR ARGUETA	FECHA: MAR. 2018	



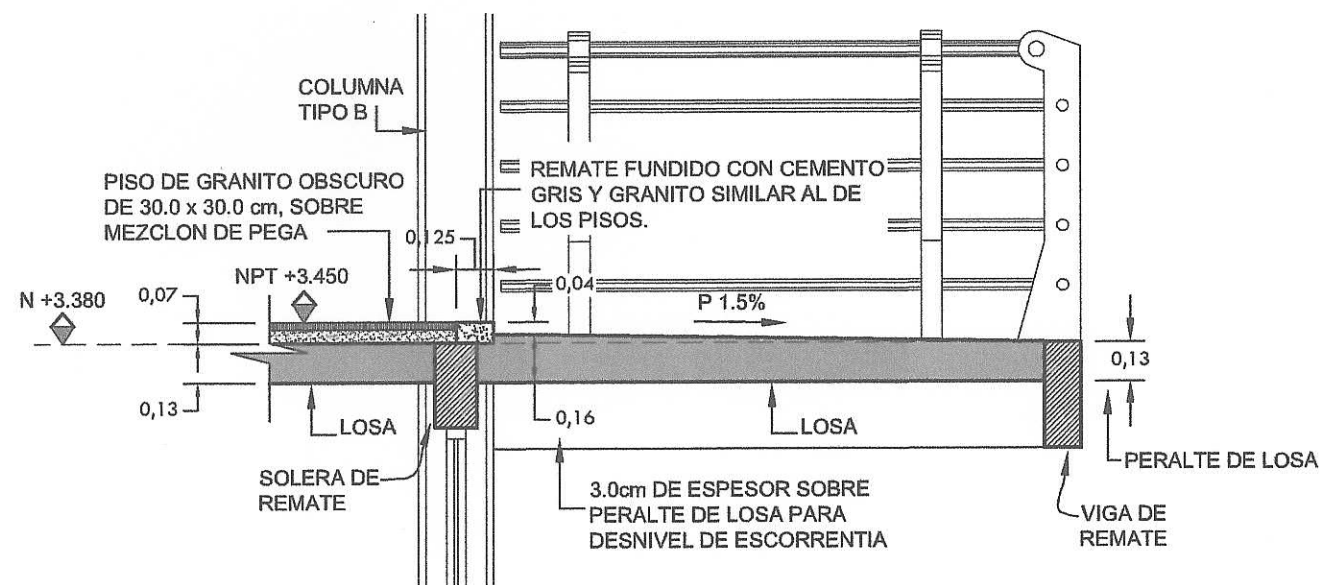
DETALLE EN CAMBIOS DE NIVEL DE PISO - NIVEL 1

ESCALA 1:25



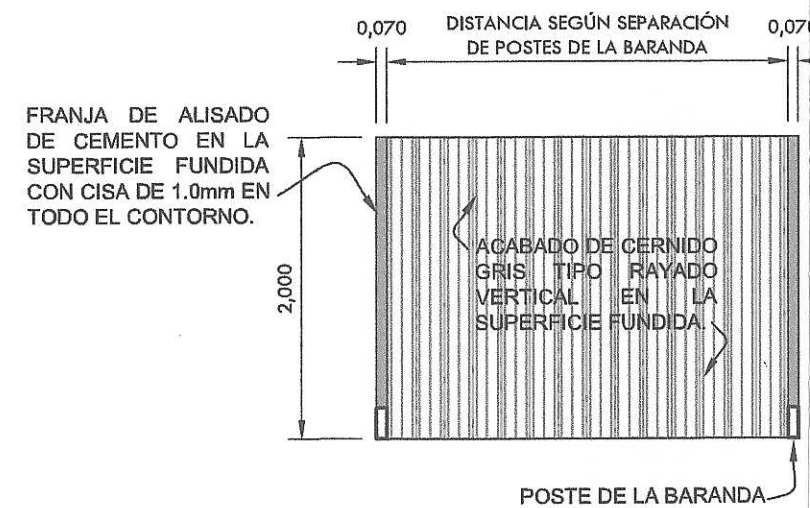
ACABADO EN PISO EXTERIOR - NIVEL 1

ESCALA 1:50



DETALLE EN CAMBIOS DE NIVEL DE PISO - NIVEL 2

ESCALA 1:25



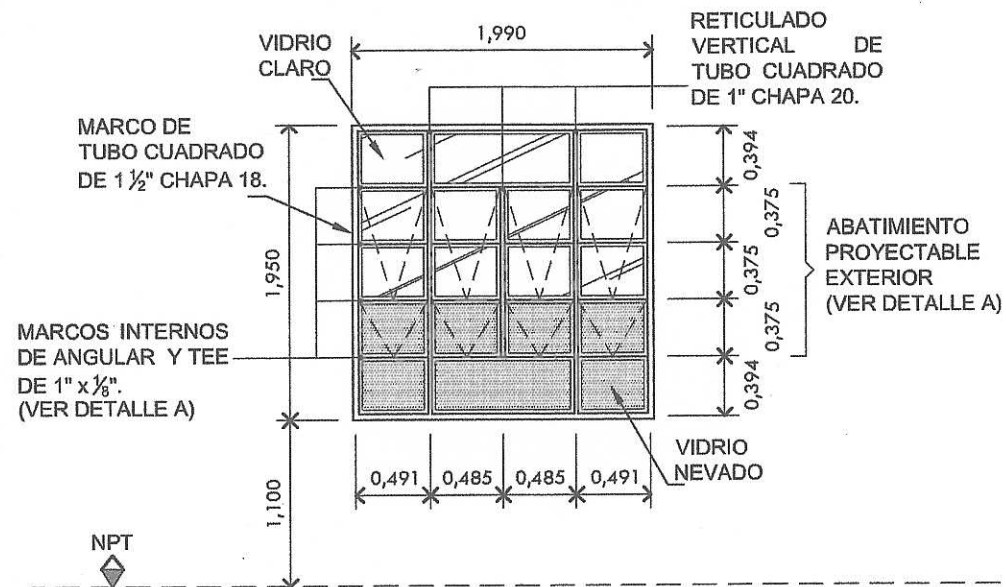
ACABADO EN PISO EXTERIOR - NIVEL 2

ESCALA 1:50

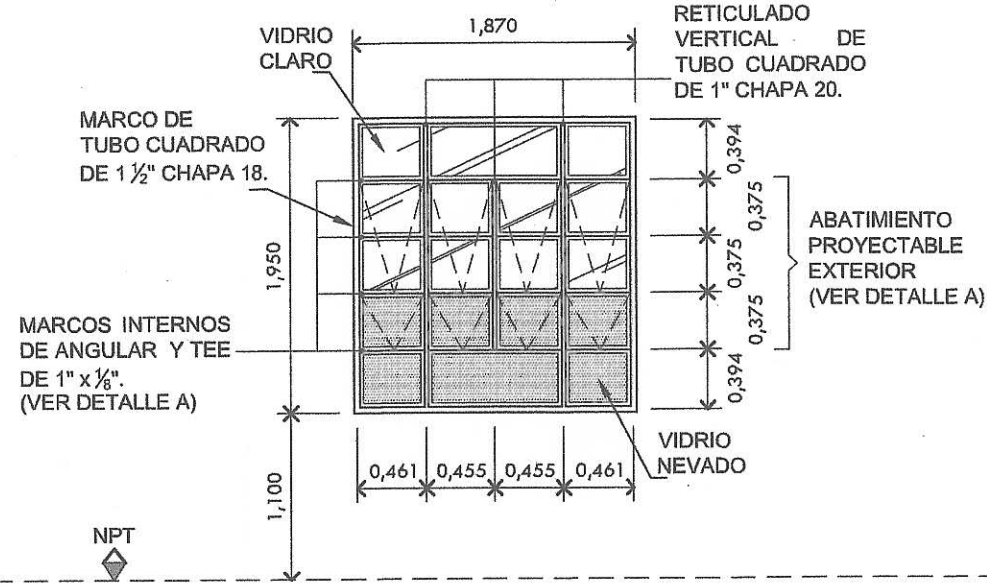
 <p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</p> <p>FACULTAD DE INGENIERIA</p> <p>EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO</p>		
<p>PROYECTO:</p> <p>EDIFICIO ESCOLAR CASERIO SANTA ROSA, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ.</p>		
<p>CONTENIDO:</p> <p>DETALLES DE ACABADOS EN PISOS INTERIORES Y EXTERIORES</p>		
<p>DISEÑO:</p> <p>CARLOS CHIGÜICHÓN</p>	<p>ESCALA:</p> <p>INDICADA</p>	<p>HOJA:</p> <p>10 / 30</p>
<p>REVISÓ:</p> <p>ING. OSCAR ARGUETA</p>	<p>FECHA:</p> <p>MAR. 2018</p>	

DETALLE DE VENTANAS

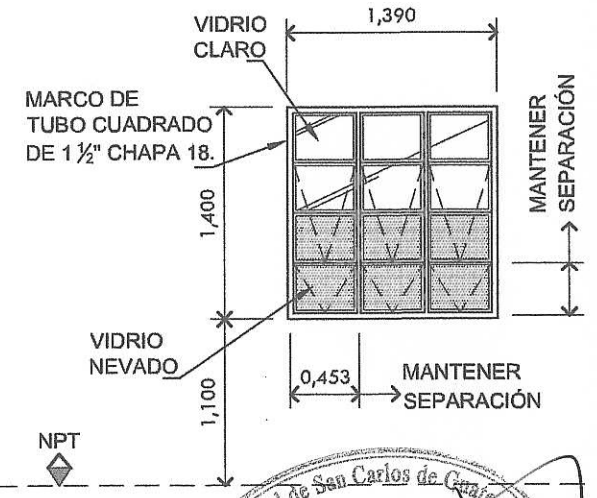
ESCALA 1:50



VENTANA TIPO 1



VENTANA TIPO 2

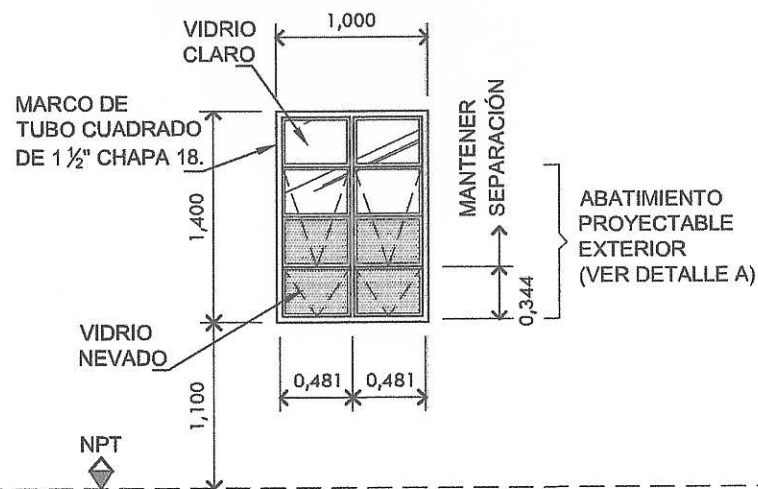


VENTANA TIPO 3

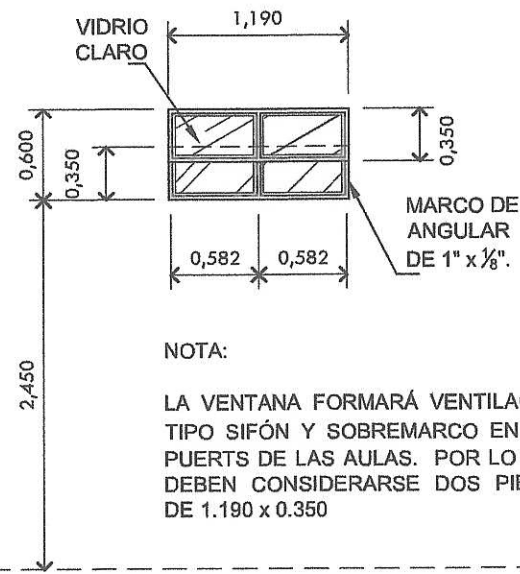


NOTA:

LA VENTANERIA PRESENTADA SE ASUME COMO VISTA DESDE AFUERA.



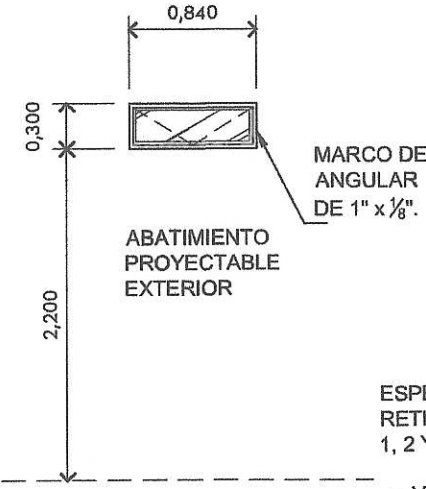
VENTANA TIPO 4



VENTANA TIPO 5

NOTA:

LA VENTANA FORMARÁ VENTILACIÓN TIPO SIFÓN Y SOBREMARCO EN LAS PUERTAS DE LAS AULAS. POR LO QUE DEBEN CONSIDERARSE DOS PIEZAS DE 1.190 x 0.350



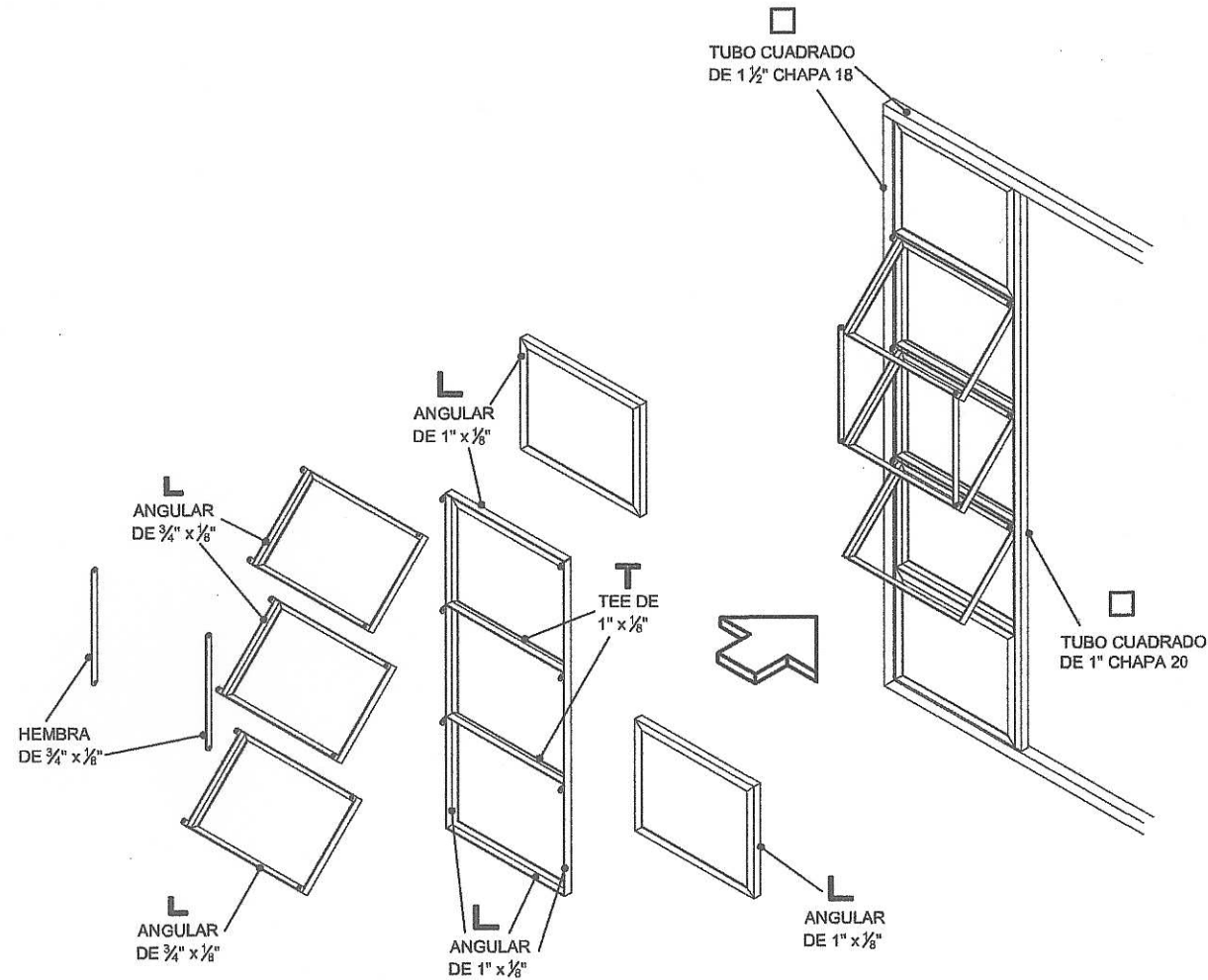
VENTANA TIPO 6

ESPECIFICACIONES PARA RETICULADO VENTANAS TIPO 1, 2 Y 3:

- VERTICAL DE TUBO CUADRADO DE 1" CHAPA 20.
- MARCOS INTERNOS DE ANGULAR Y TEE DE 1" x 1/8". (VER DETALLE A)

<p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</p> <p>FACULTAD DE INGENIERIA</p> <p>EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO</p>		
<p>PROYECTO:</p> <p>EDIFICIO ESCOLAR CASERIO SANTA ROSA, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ.</p>		
<p>CONTENIDO:</p> <p>DETALLES DE VENTANAS, I</p>		
<p>DISEÑO:</p> <p>CARLOS CHIGÜICHÓN</p>	<p>ESCALA:</p> <p>INDICADA</p>	<p>HOJA:</p> <p>11</p>
<p>REVISÓ:</p> <p>ING. OSCAR ARGUETA</p>	<p>FECHA:</p> <p>MAR. 2018</p>	<p>30</p>

DETALLE A



NOTA:

EL DETALLE PRESENTADO ES UNA PROPUESTA PARA LA FABRICACIÓN DE LAS VENTANAS. CUALQUIER OTRA OPCIÓN QUE INVOLUCRE ECONOMÍA Y FUNCIONALIDAD PODRÁ SER EVALUADA. SIEMPRE DEBERÁ RESPETARSE LOS ABATIMIENTOS Y DIMENSIONES.

PLANILLA DE VENTANAS						
TIPO	ANCHO	ALTO	DINTEL	SILLAR	UNIDADES	MATERIAL
V-1	1.990	1.950	3.050	1.100	12	METAL
V-2	1.870	1.950	3.050	1.100	12	METAL
V-3	1.390	1.400	2.500	1.100	6	METAL
V-4	1.000	1.400	2.500	1.100	2	METAL
V-5	1.190	0.350	3.050	2.450	7	METAL
V-6	0.840	0.300	2.500	2.200	4	METAL

ESPECIFICACIONES GENERALES:

- TODAS LAS VENTANAS CON SU ESTRUCTURA TERMINADA DEBERÁN RECIBIR APLICACIÓN DE PINTURA ANTICORROSIVA EN DOS MANOS Y UNA ÚLTIMA MANO DE PINTURA DE ESMALTE.
- LA FIJACIÓN Y ANCLAJE DE VENTANAS SERÁ POR MEDIO DE TORNILLO DE CABEZA REDONDA Y TARUGO PLÁSTICO PARA CONCRETO.



UNIVERSIDAD DE
SAN CARLOS
DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:

EDIFICIO ESCOLAR CASERIO SANTA
ROSA, ALDEA ESTANCIA GRANDE,
SAN JUAN SACATEPÉQUEZ.

CONTENIDO:

DETALLES DE VENTANAS, II

DISEÑO:
CARLOS CHIGÜICHÓN

ESCALA:
INDICADA

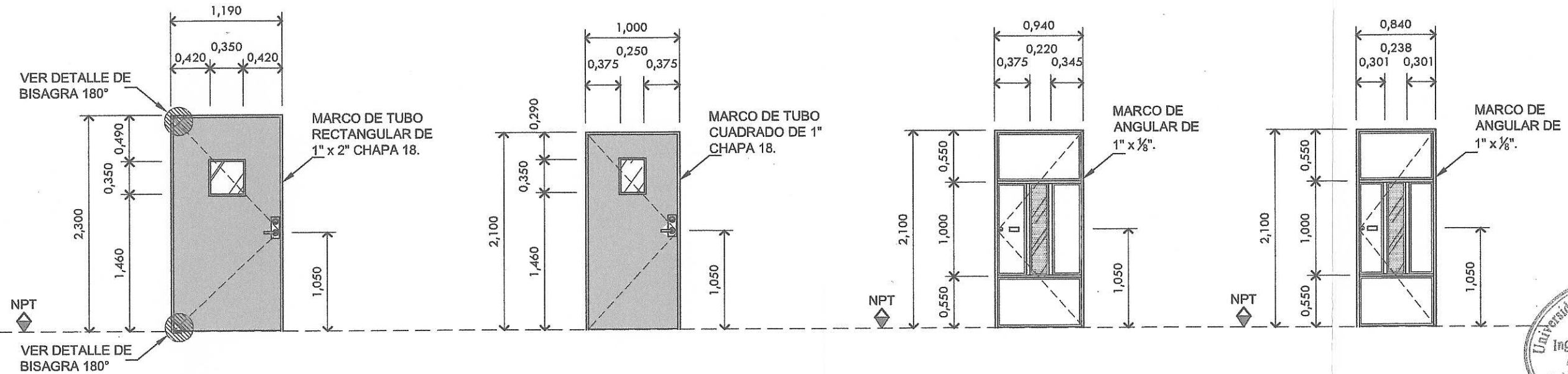
HOJA:
12 / 30

REVISÓ:
ING. OSCAR ARGUETA

FECHA:
MAR. 2018

DETALLE DE PUERTAS

ESCALA 1:50



NOTA:

LAS PUERTAS PRESENTADAS SE ASUMEN COMO VISTA DESDE AFUERA.

ESPECIFICACIONES EN PUERTAS TIPO 1 Y 2:

- ESTRUCTURA INTERNA DE LA PUERTA CON TUBO CUADRADO DE 1" CHAPA 18.
- LISTON DE HEMBRA DE 3/4" x 1/8" EN EL CONTORNO DE LA VENTANA.
- CERRADURA LATERAL DE MANIJA, CALIDAD ALTA PARA USO PESADO Y CERROJO EXTRA.
- VIDRIO CLARO FIJO
- LA CARA EXTERNA DE LA PUERTA DEBE SER LISA SIN MOSTRAR LA ESTRUCTURA DE LA PUERTA. LAMINA CALIBRE 3/4".

ESPECIFICACIONES EN PUERTA TIPO 3 y 4:

- ESTRUCTURA INTERNA TRADICIONAL, DE TUBO CUADRADO DE 1" CHAPA 20 Y ANGULAR DE 3/4" x 1/8".
- CHAPA DE ENGRAPE SENTIDO IZQUIERDO.
- VIDRIO NEVADO FIJO.
- AVATIMIENTO DE 90° DE LA PUERTA HACIA ADENTRO.

PLANILLA DE PUERTAS				
TIPO	ANCHO	ALTO	UNIDADES	MATERIAL
P-1	1.190	2.300	6	METAL
P-2	1.000	2.100	1	METAL
P-3	0.940	2.100	1	METAL
P-4	0.840	2.100	1	METAL

ESPECIFICACIONES GENERALES:

- TODAS LAS VENTANAS CON SU ESTRUCTURA TERMINADA DEBERÁN RECIBIR APLICACIÓN DE PINTURA ANTICORROSIVA EN DOS MANOS Y UNA ULTIMA MANO DE PINTURA DE ESMALTE.
- LA FIJACIÓN Y ANCLAJE DE VENTANAS SERÁ POR MEDIO DE TORNILLO DE CABEZA REDONDA Y TARUGO PLASTICO PARA CONCRETO.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:
EDIFICIO ESCOLAR CASERIO SANTA ROSA, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ.

CONTENIDO:
DETALLE DE PUERTAS, I

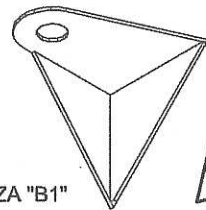
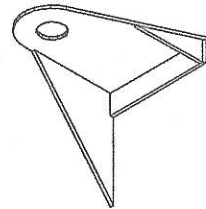
DISEÑO: CARLOS CHIGÚICHÓN	ESCALA: INDICADA	HOJA: 13
REVISÓ: ING. OSCAR ARGUETA	FECHA: MAR. 2018	30

DETALLE DE BISAGRA PARA PUERTAS EN AULAS

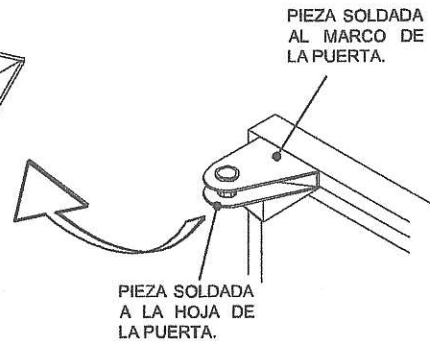
ESCALA 1:50

BISAGRA SUPERIOR

PIEZA "A"



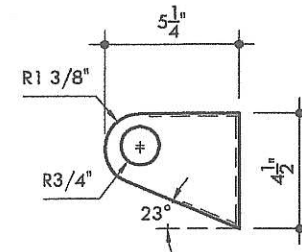
PIEZA "B1"



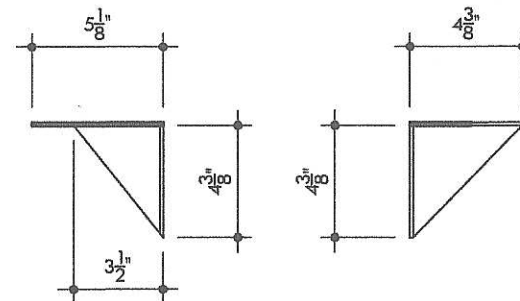
ESPECIFICACIONES GENERALES:

- LAS PIEZAS MOSTRADAS CONTEMPLAN LAMINA DE 1/8" DE ESPESOR PARA SU FABRICACIÓN.
- EL EJE SELECCIONADO DEBERÁ SOPORTAR TODO EL PESO DE LA HOJA DE LA PUERTA, ASUMIR

PIEZA "A"



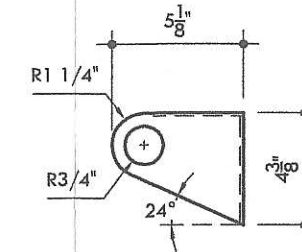
PLANTA



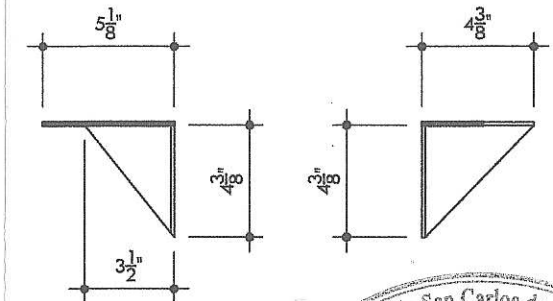
ELEVACIÓN

PERFIL

PIEZA "B1 - B2"



PLANTA



ELEVACIÓN

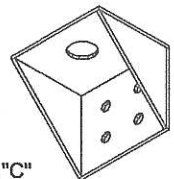
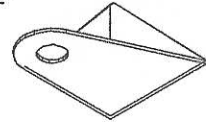
NOTA:

LA PIEZA "B2" TIENE LAS MISMAS DIMENSIONES MOSTRADAS PERO CON LAS PIEZAS VERTICALES INVERTIDAS.

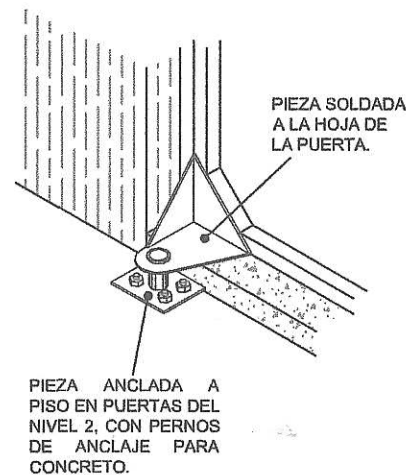
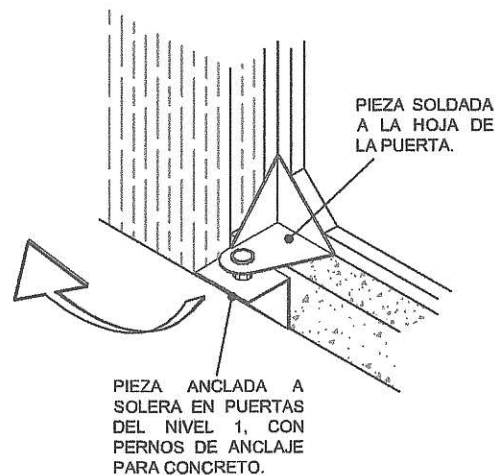


BISAGRA INFERIOR

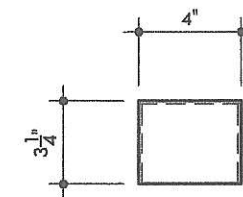
PIEZA "B2"



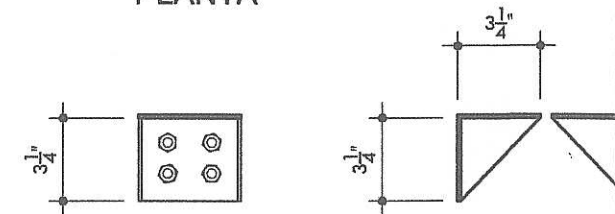
PIEZA "C"



PIEZA "C"



PLANTA



ELEVACIÓN

PERFIL

NOTA:

EL DETALLE PRESENTADO ES UNA PROPUESTA PARA LA FABRICACIÓN DE LAS BISAGRAS. CUALQUIER OTRA OPCIÓN QUE INVOLUCRE ECONOMÍA Y FUNCIONALIDAD PODRÁ SER EVALUADA. SIEMPRE DEBERÁ RESPETARSE LOS ABATIMIENTOS.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:
EDIFICIO ESCOLAR CASERIO SANTA ROSA, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ.

CONTENIDO:
DETALLE DE PUERTAS II

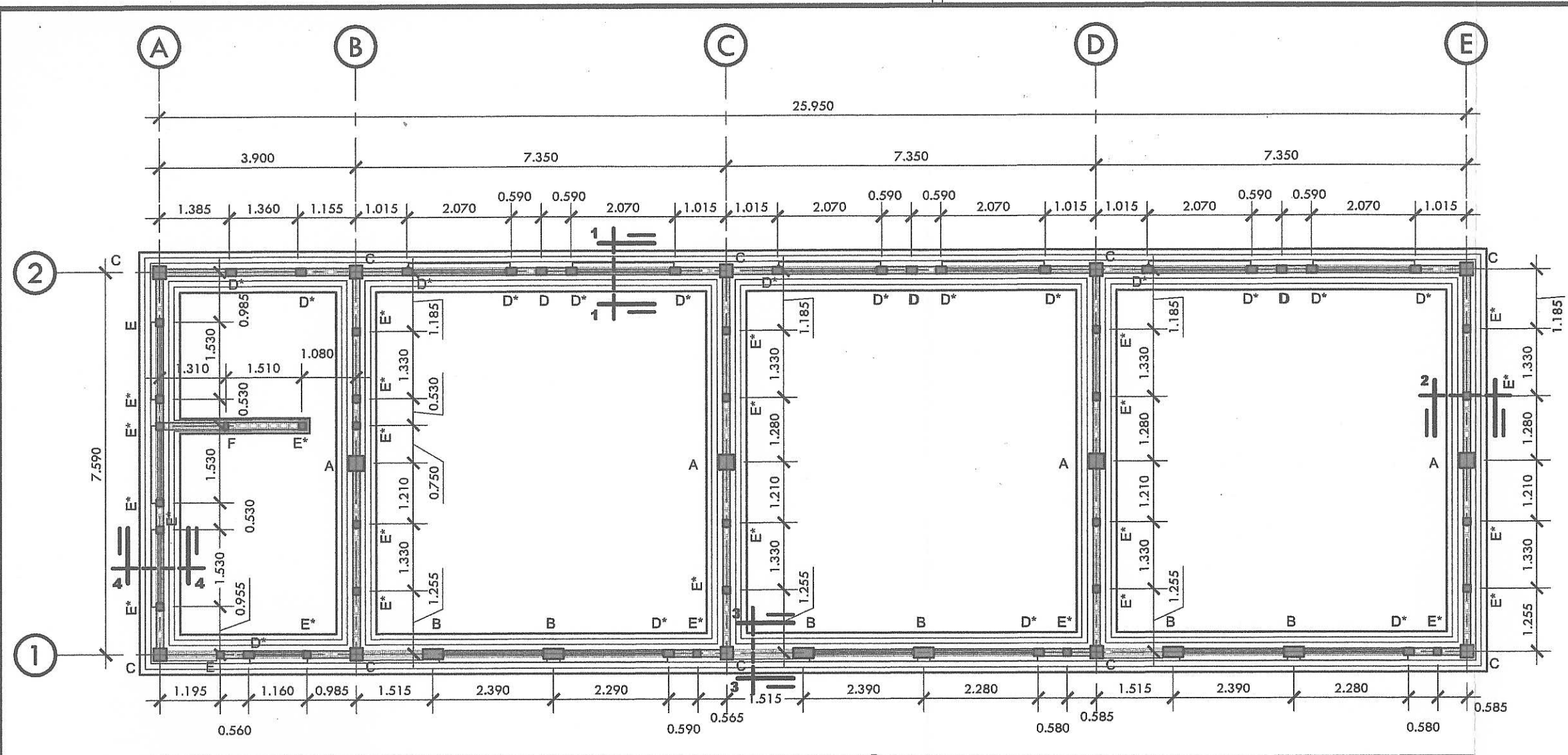
DISEÑO:
CARLOS CHIGÚICHÓN

REVISÓ:
ING. OSCAR ARGUETA

ESCALA:
INDICADA

FECHA:
MAR. 2018

HOJA:
14 / 30

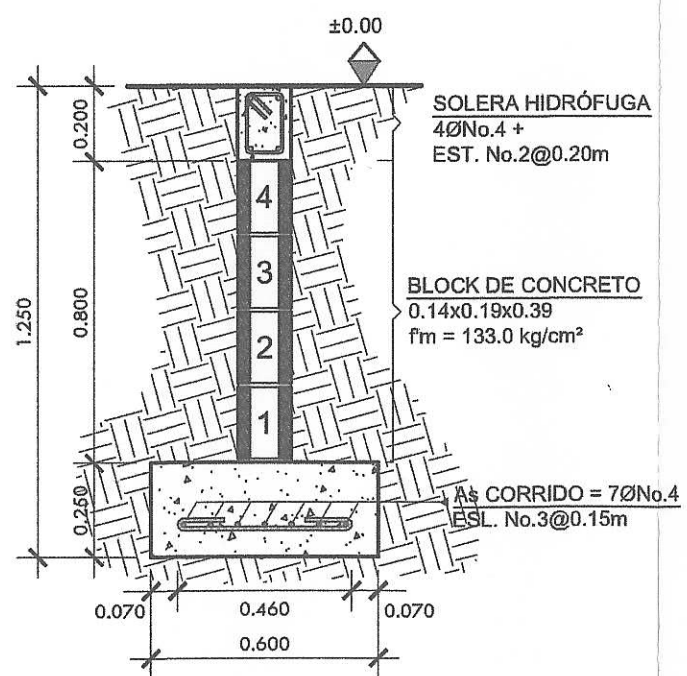
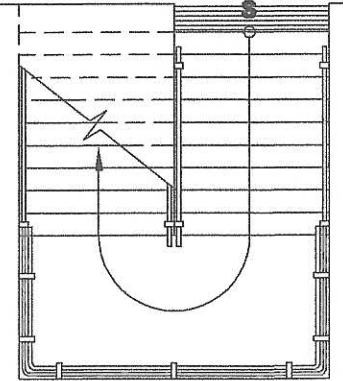


PLANTA DE CIMENTACIÓN Y REFUERZO VERTICAL - NIVEL 1

ESCALA 1:100

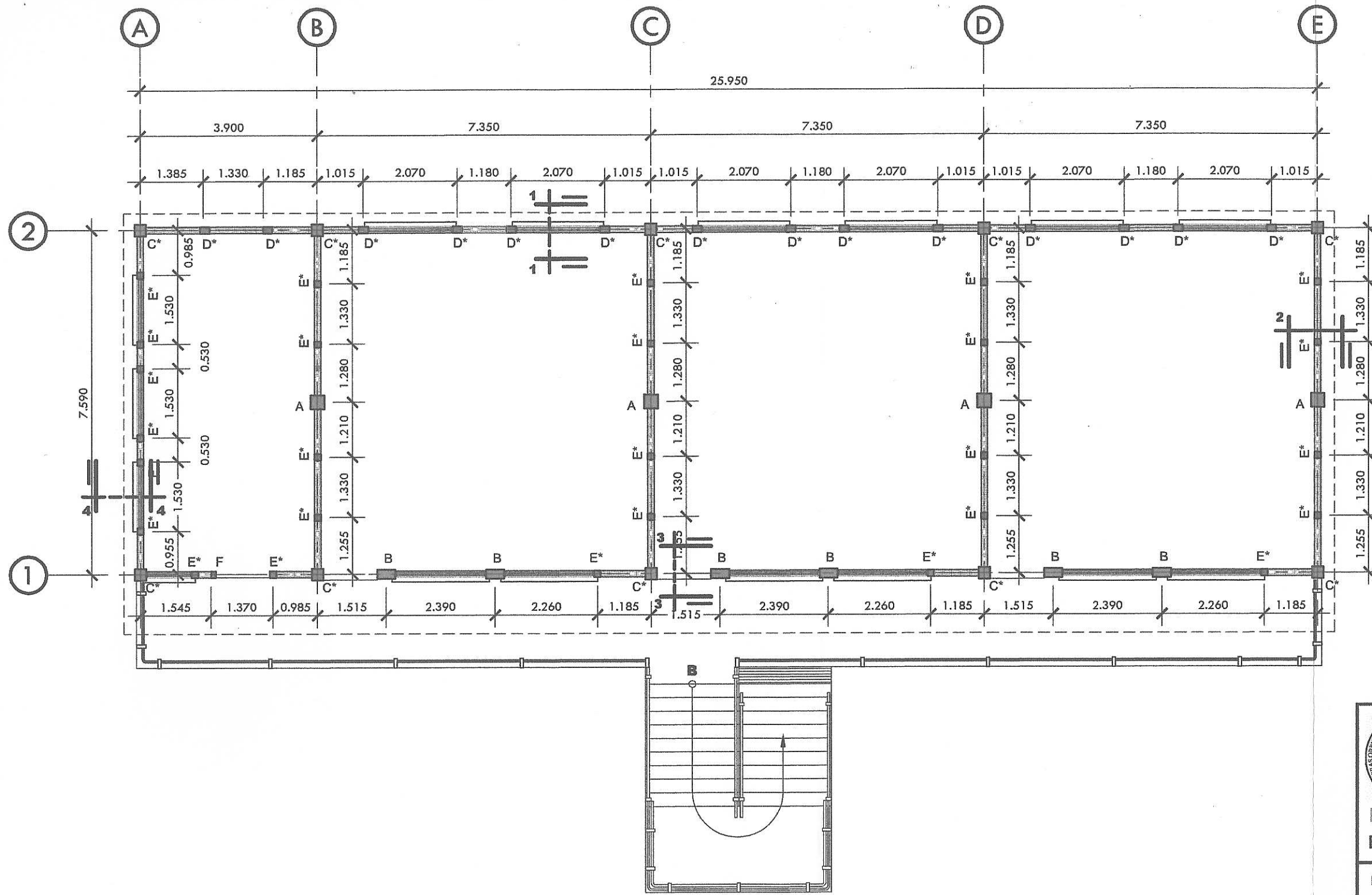
NOTA:

CUANDO EL LADO MAYOR DE LAS COLUMNAS TENGA UN PEQUEÑO AUMENTO RESPECTO A LAS DIMENSIONES DEL DETALLE CORRESPONDIENTE, PREVALECE SIEMPRE LA ARMADURA QUE SE INDIQUE EN PLANO. ESTA SITUACIÓN DEBIDO A PEQUEÑAS VARIACIONES DE INEXACTITUD EN EL TAMAÑO DE SISA O CENTRADO DE COLUMNAS.



SECCIÓN TÍPICA DE CIMENTACIÓN
ESCALA 1:20

 <p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</p> <p>FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO</p>		
<p>PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR CASERIO SANTA ROSA, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ.</p>		
<p>CONTENIDO: PLANTA DE CIMENTACIÓN Y REFUERZO VERTICAL - NIVEL 1</p>		
<p>DISEÑO: CARLOS CHIGÜICHÓN</p>	<p>ESCALA: INDICADA</p>	<p>HOJA: 15 / 30</p>
<p>REVISÓ: ING. OSCAR ARGUETA</p>	<p>FECHA: MAR. 2018</p>	



PLANTA DE REFUERZO VERTICAL - NIVEL 2

ESCALA 1:100

NOTA:

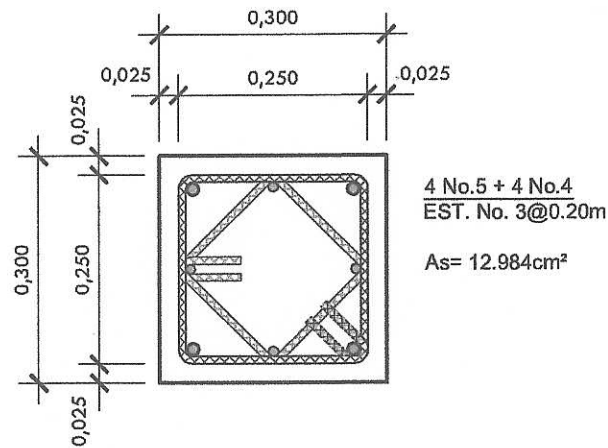
CUANDO EL LADO MAYOR DE LAS COLUMNAS TENGA UN PEQUEÑO AUMENTO RESPECTO A LAS DIMENSIONES DEL DETALLE CORRESPONDIENTE, PREVALECELA SIEMPRE LA ARMADURA QUE SE INDICÓ EN PLANO. ESTA SITUACIÓN DEBIDO A PEQUEÑAS VARIACIONES DE INEXACTITUD EN EL TAMAÑO DE SISA O CENTRADO DE COLUMNAS.



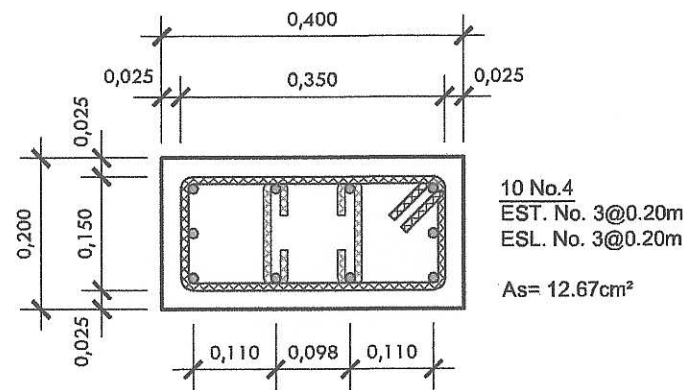
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR CASERIO SANTA ROSA, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ.		
CONTENIDO: PLANTA DE REFUERZO VERTICAL - NIVEL 1		
DISEÑO: CARLOS CHIGÚICHÓN	ESCALA: 1:100	HOJA: 16 / 30
REVISÓ: ING. OSCAR ARGUETA	FECHA: MAR. 2018	

DETALLE DE COLUMNAS

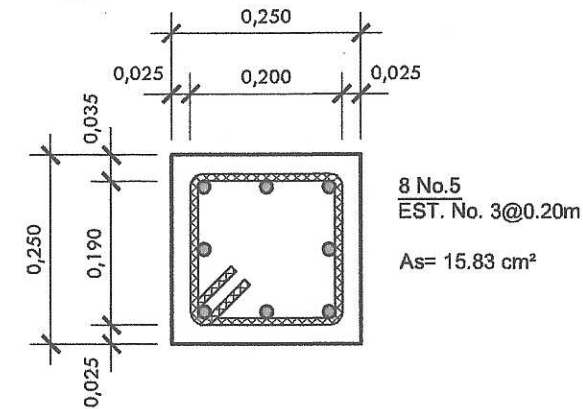
ESCALA 1:10



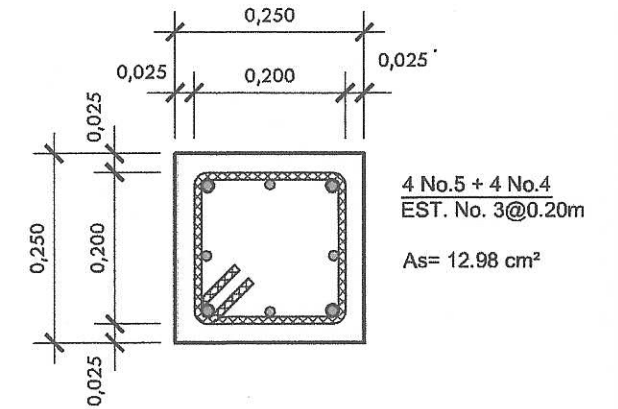
COLUMNA TIPO A



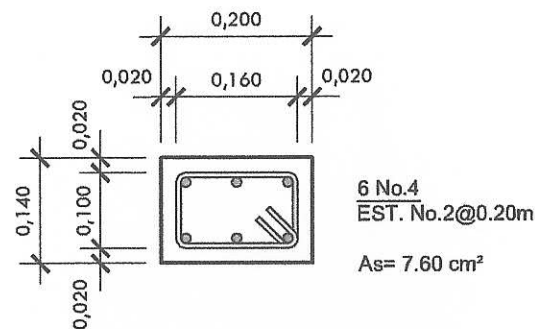
COLUMNA TIPO B



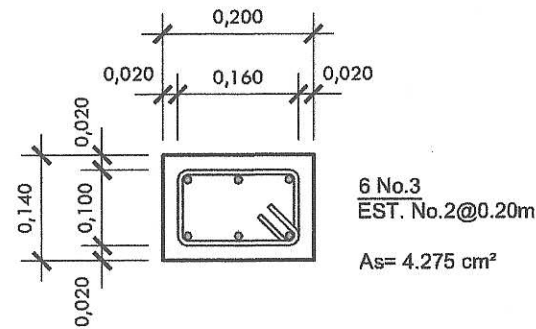
COLUMNA TIPO C



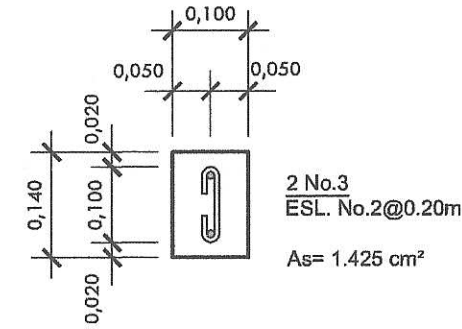
COLUMNA TIPO C*



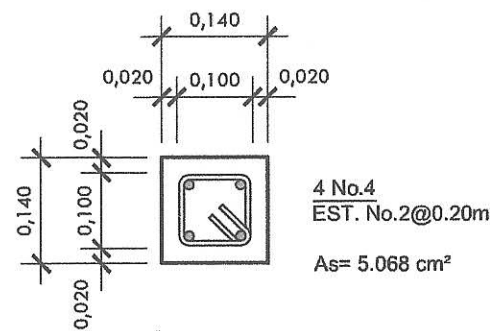
COLUMNA TIPO D



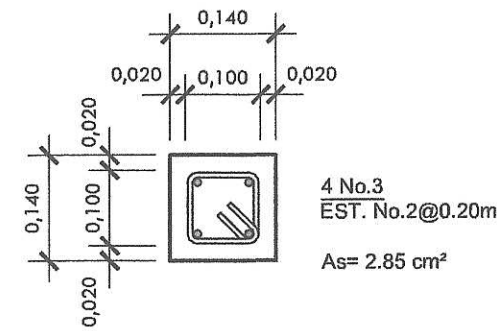
COLUMNA TIPO D*



COLUMNA TIPO F



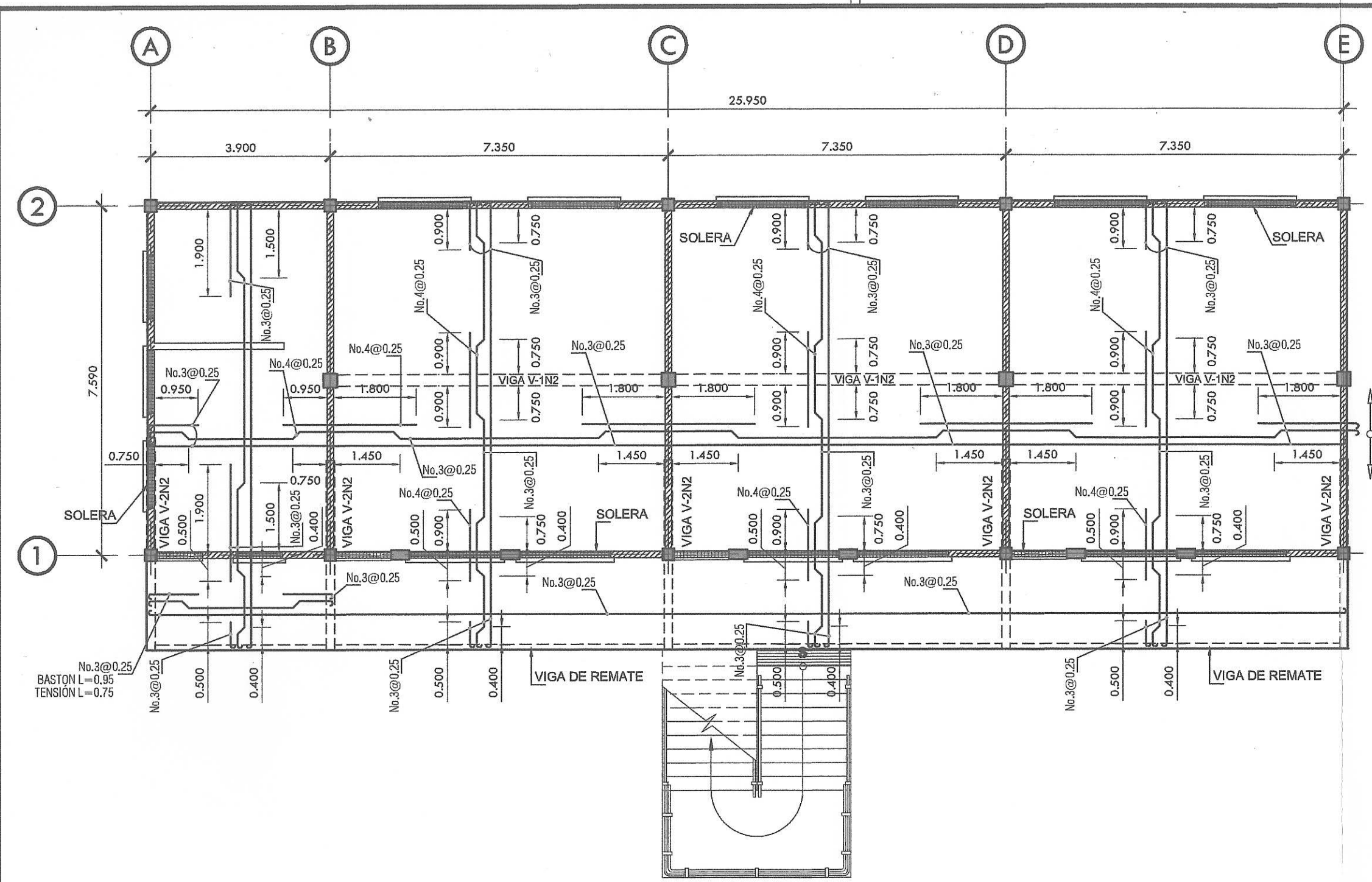
COLUMNA TIPO E



COLUMNA TIPO E*



 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR CASERIO SANTA ROSA, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ.		
CONTENIDO: DETALLE DE COLUMNAS		
DISEÑO: CARLOS CHIGÜICHÓN	ESCALA: INDICADA	HOJA: 17 / 30
REVISÓ: ING. OSCAR ARGUETA	FECHA: MAR. 2018	

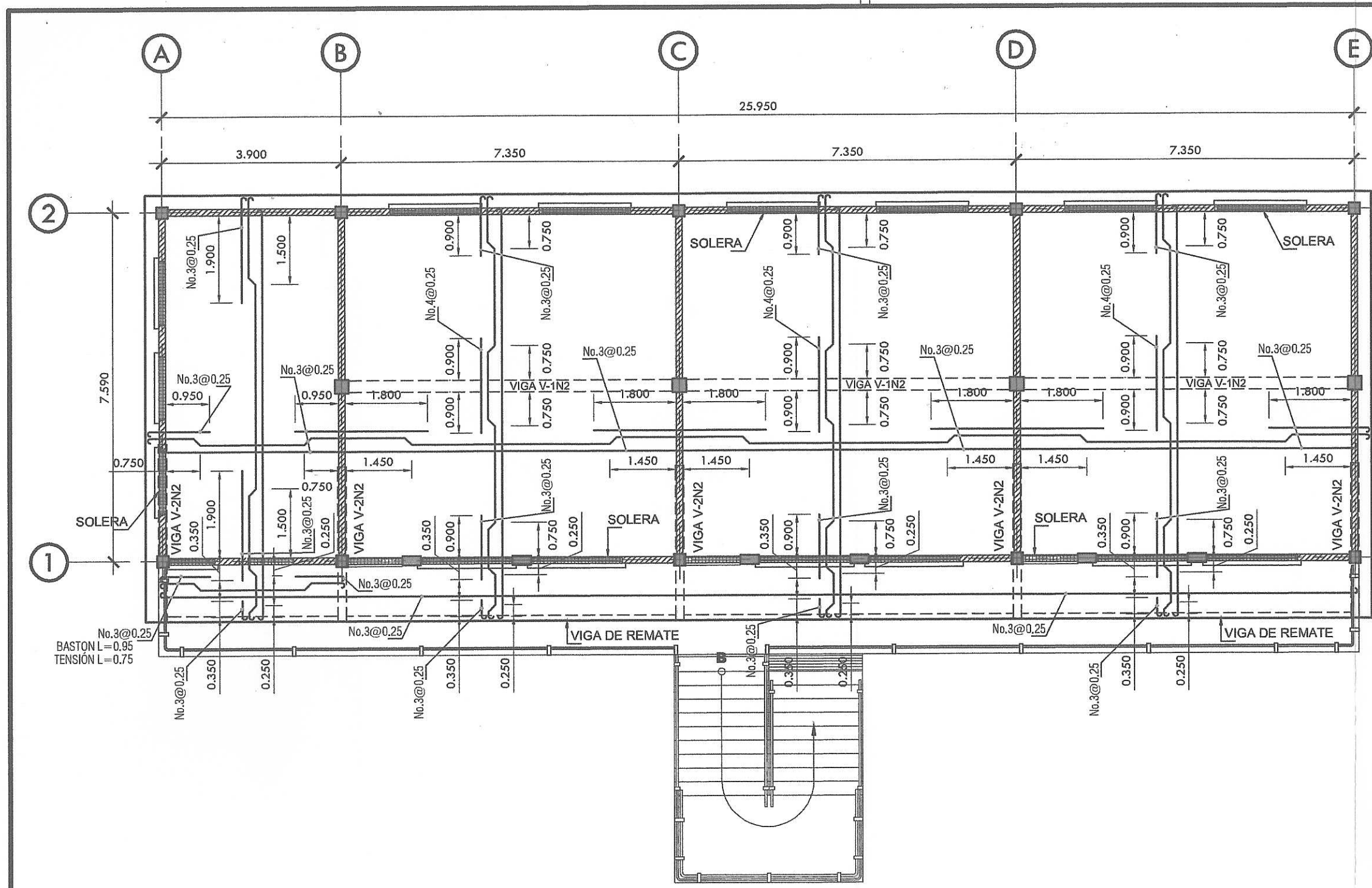


DISTRIBUCIÓN DE ARMADO
VÁLIDA EN LA DIRECCIÓN
INDICADA.



PLANTA DE VIGAS Y LOSAS - NIVEL 1
ESCALA 1:100

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR CASERIO SANTA ROSA, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ.		
CONTENIDO: PLANTA DE VIGAS Y LOSAS - NIVEL 1		
DISEÑO: CARLOS CHIGÚICHÓN	ESCALA: INDICADA	HOJA: 18 / 30
REVISÓ: ING. OSCAR ARGUETA	FECHA: MAR. 2018	



DISTRIBUCIÓN DE ARMADO
VÁLIDA EN LA DIRECCIÓN
INDICADA.

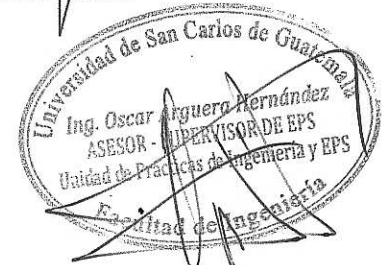
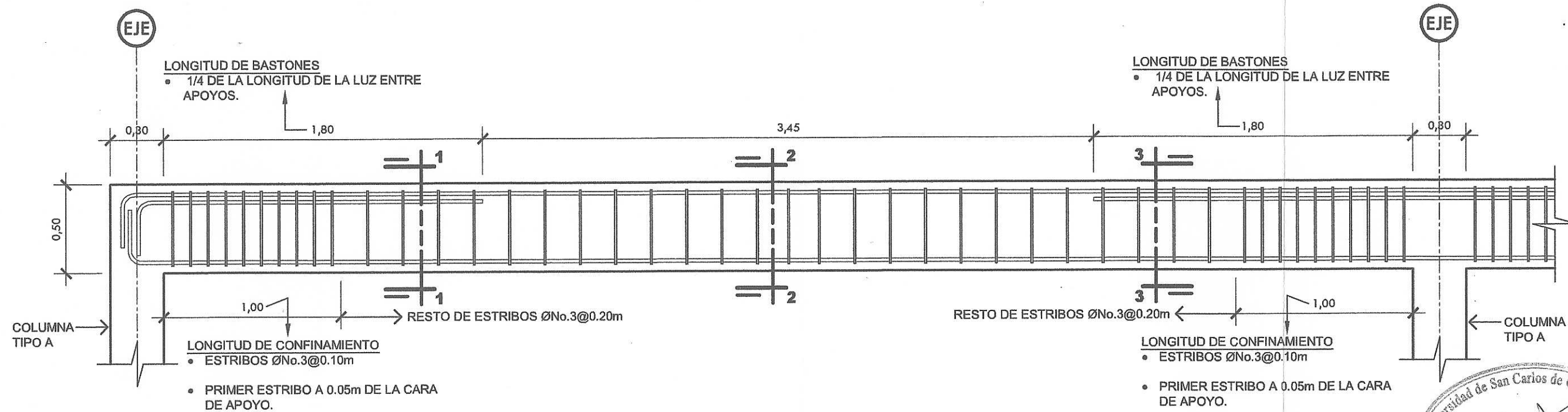


PLANTA DE VIGAS Y LOSAS - NIVEL 2
ESCALA 1:100

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR CASERIO SANTA ROSA, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ.		
CONTENIDO: PLANTA DE VIGAS Y LOSAS - NIVEL 2		
DISEÑÓ: CARLOS CHIGÜICHÓN	ESCALA: INDICADA	HOJA: 19 / 30
REVISÓ: ING. OSCAR ARGUETA	FECHA: MAR. 2018	

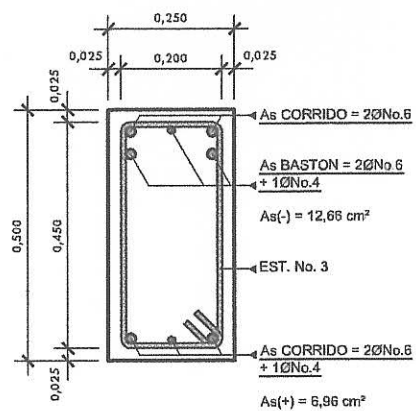
DETALLE DE TIPICO DE VIGA V-1

ESCALA 1:25

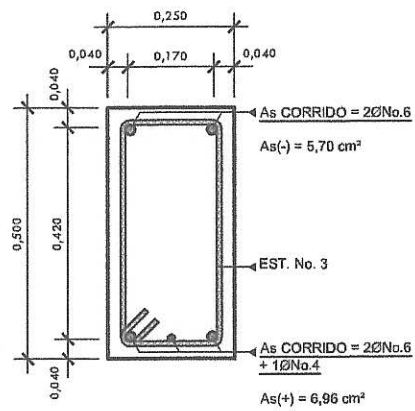


SECCIONES TÍPICAS VIGA V-1

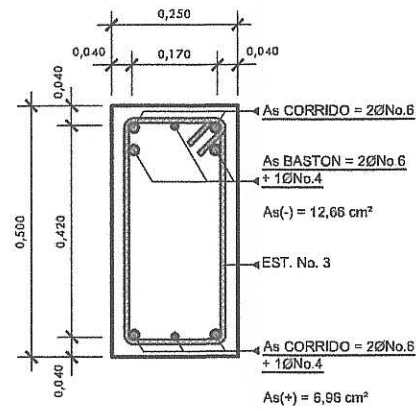
ESCALA 1:15



SECCIÓN 1



SECCIÓN 2



SECCIÓN 3



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

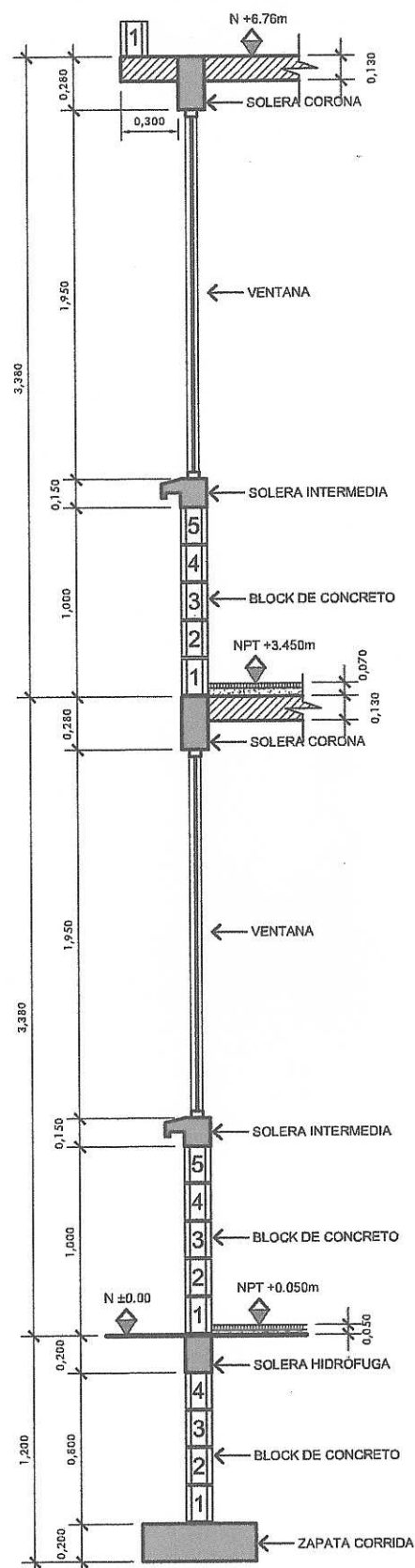
PROYECTO:
 EDIFICIO ESCOLAR CASERIO SANTA ROSA, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ.

CONTENIDO:
 DETALLE DE VIGA V-1

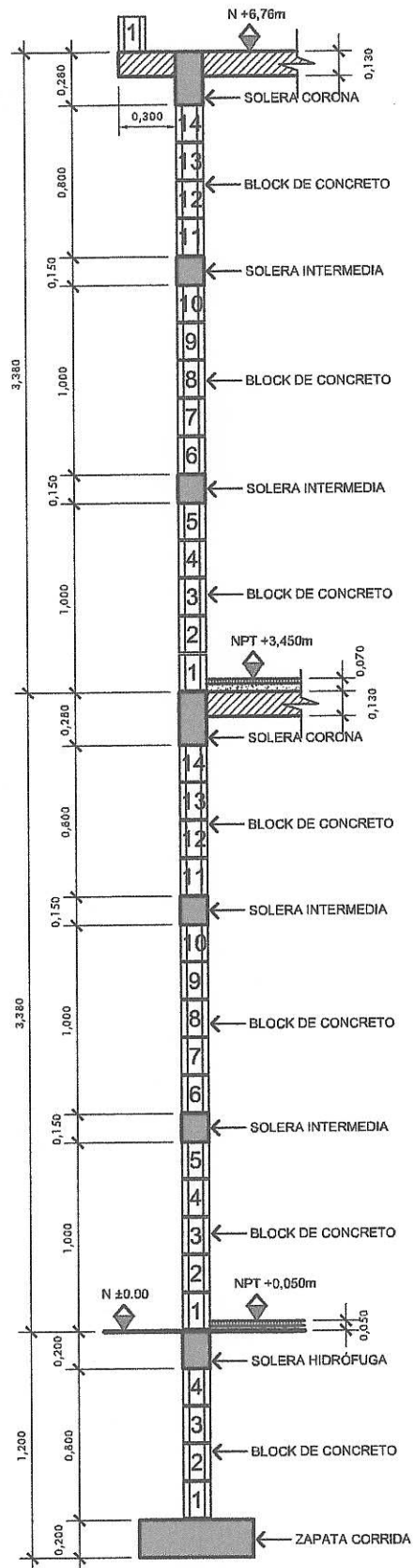
DISEÑO: CARLOS CHIGÜICHÓN	ESCALA: INDICADA	HOJA: 20 / 30
REVISÓ: ING. OSCAR ARGUETA	FECHA: MAR. 2018	

DETALLE DE MUROS

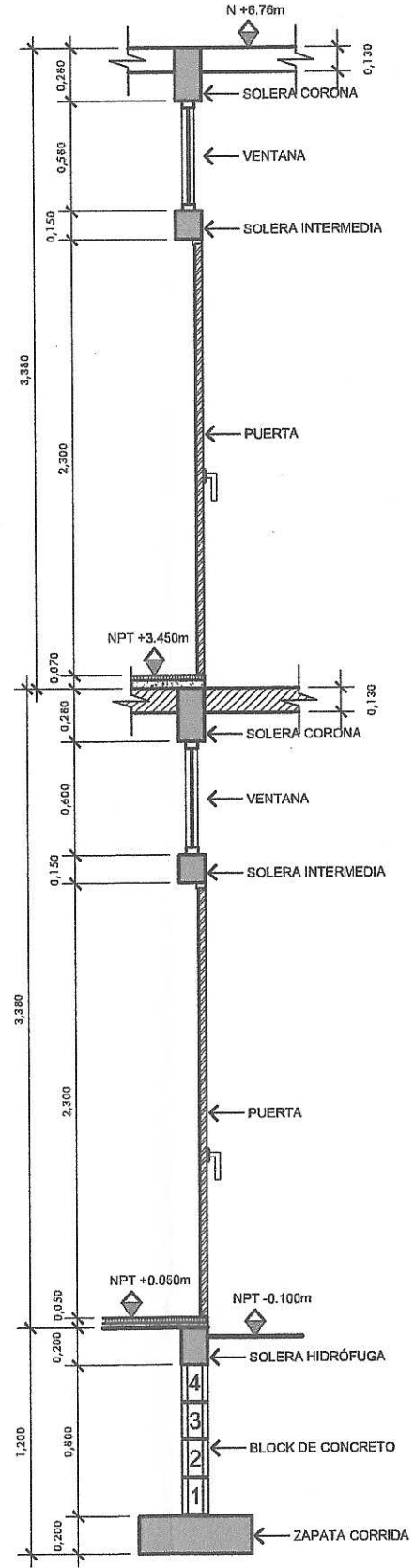
ESCALA 1:37.5



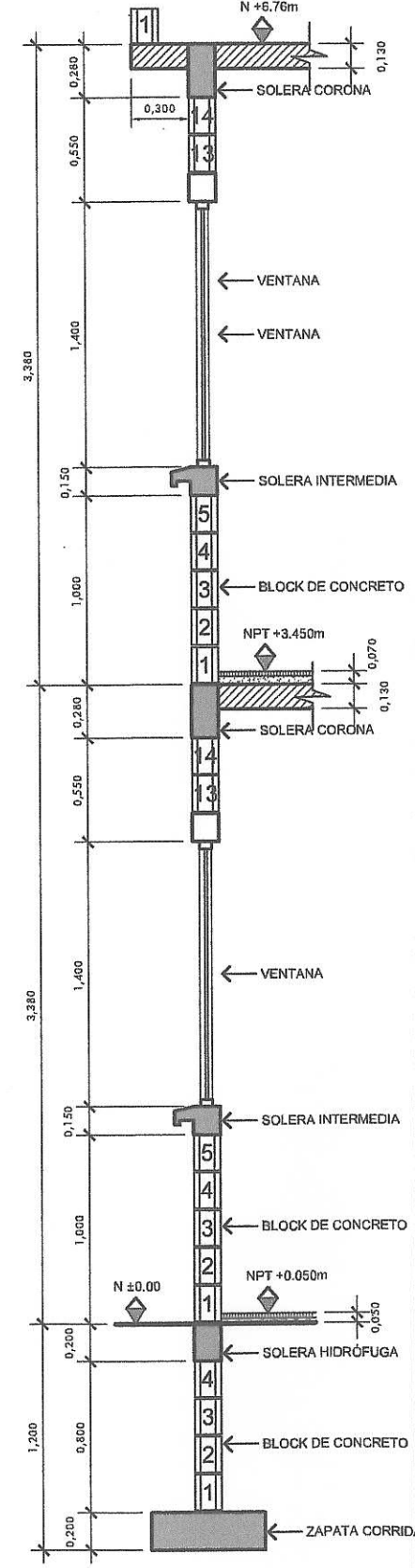
CORTE 1



CORTE 2



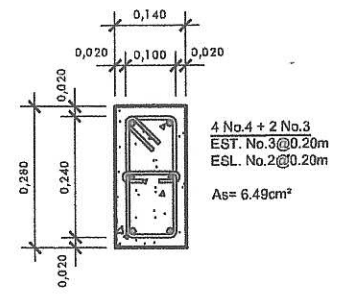
CORTE 3



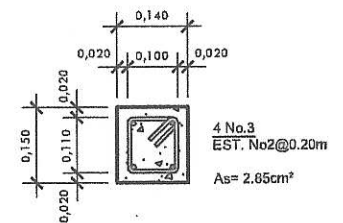
CORTE 4

DETALLE DE SOLERAS

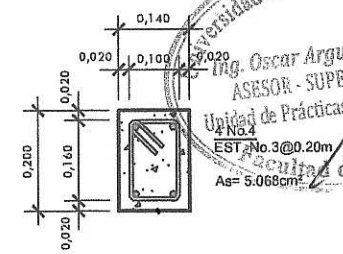
ESCALA 1:15




SOLERA CORONA



SOLERA INTERMEDIA



SOLERA HIDRÓFUGA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

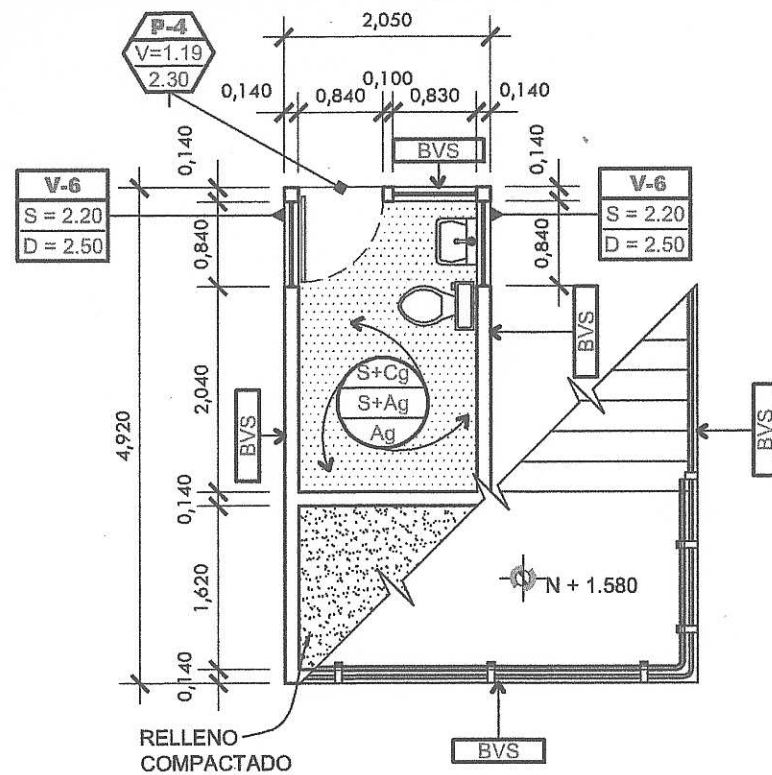
FACULTAD DE INGENIERIA

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

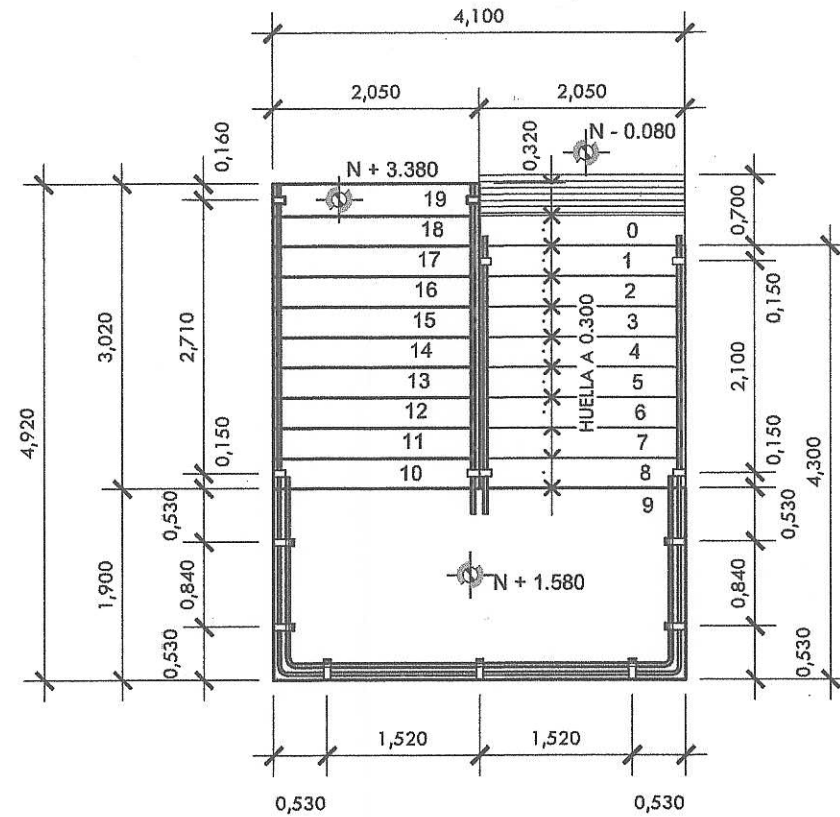
PROYECTO:
EDIFICIO ESCOLAR CASERIO SANTA ROSA, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ.

CONTENIDO:
DETALLE DE MUROS

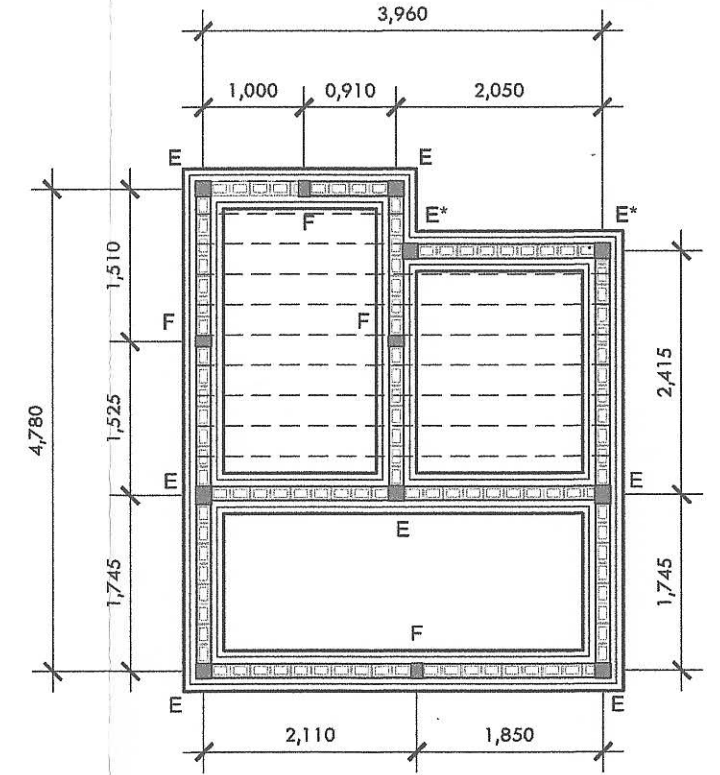
DISEÑO: CARLOS CHIGÜICHÓN	ESCALA: INDICADA	HOJA: 22 / 30
REVISÓ: ING. OSCAR ARGUETA	FECHA: MAR. 2018	



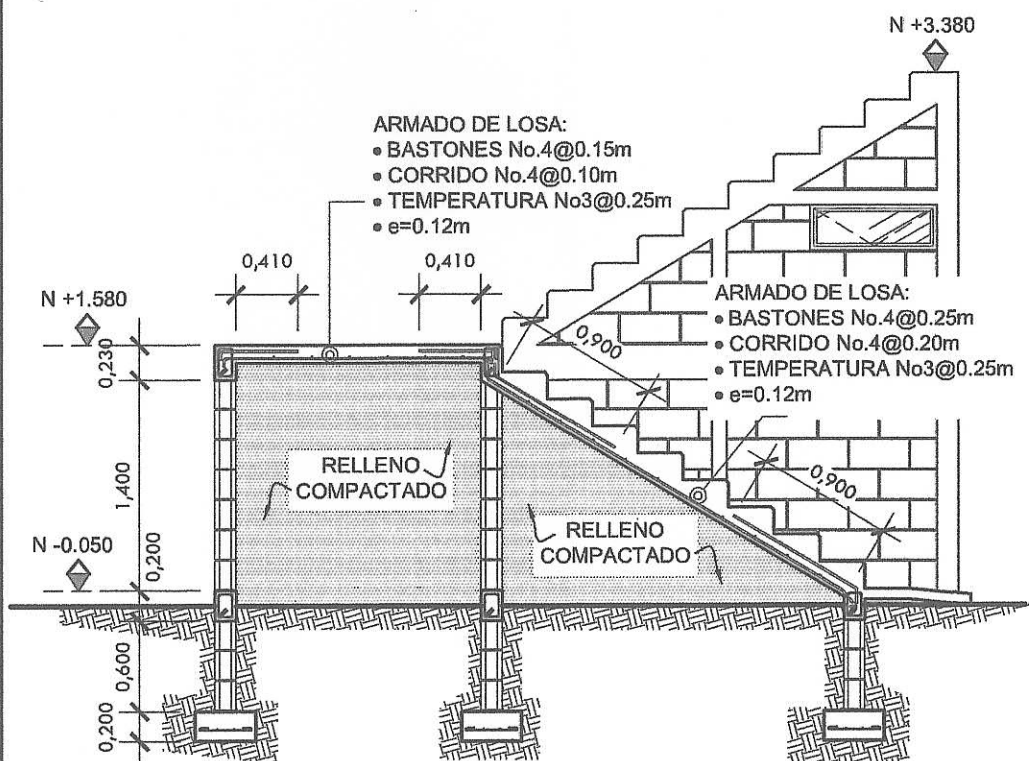
PLANTA GENERAL
ESCALA 1:75



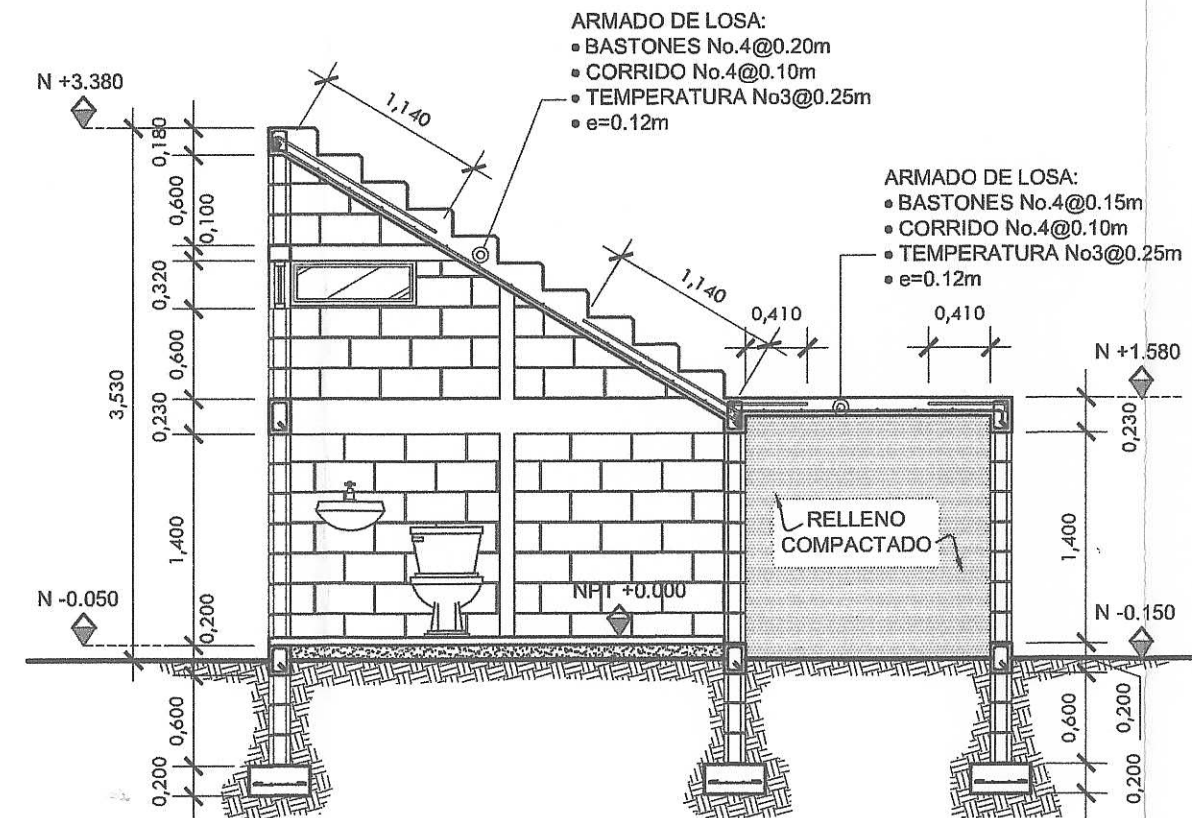
PLANTA ACOTADA
ESCALA 1:75



PLANTA DE CIMENTACIÓN Y REFUERZO VERTICAL
ESCALA 1:75



SECCIÓN 1
ESCALA 1:50

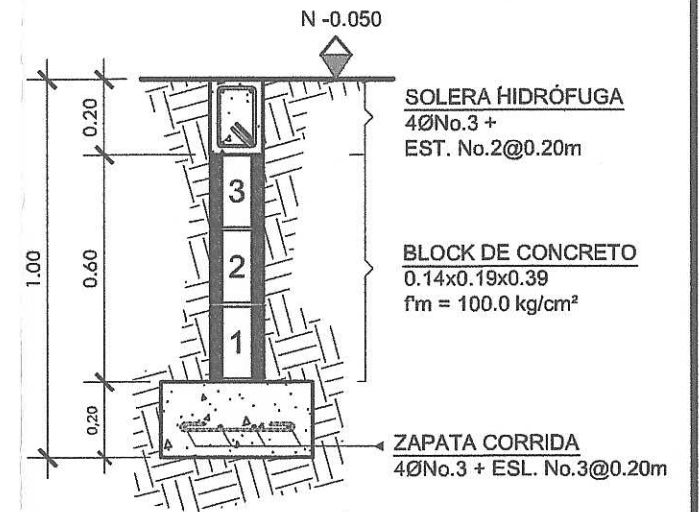


SECCIÓN 2
ESCALA 1:50

 <p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</p> <p>FACULTAD DE INGENIERIA</p> <p>EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO</p>		
<p>PROYECTO:</p> <p>EDIFICIO ESCOLAR CASERIO SANTA ROSA, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ.</p>		
<p>CONTENIDO:</p> <p>DETALLE DE MODULO DE GRADAS, I</p>		
<p>DISEÑO:</p> <p>CARLOS CHIGÜICHÓN</p>	<p>ESCALA:</p> <p>INDICADA</p>	<p>HOJA:</p> <p>23 / 30</p>
<p>REVISÓ:</p> <p>ING. OSCAR ARGUETA</p>	<p>FECHA:</p> <p>MAR. 2018</p>	

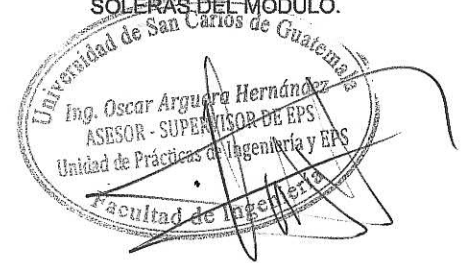
DETALLE TÍPICO DE CIMENTO

ESCALA 1:25



NOTA:

EL ARMADO INDICADO EN LA SOLERA HIDRÓFUGA TAMBIÉN PODRÁ EMPLEARSE PARA TODAS LAS SOLERAS DEL MODULO.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:
EDIFICIO ESCOLAR CASERIO SANTA ROSA, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ.

CONTENIDO:
DETALLE DE MODULO DE GRADAS, II

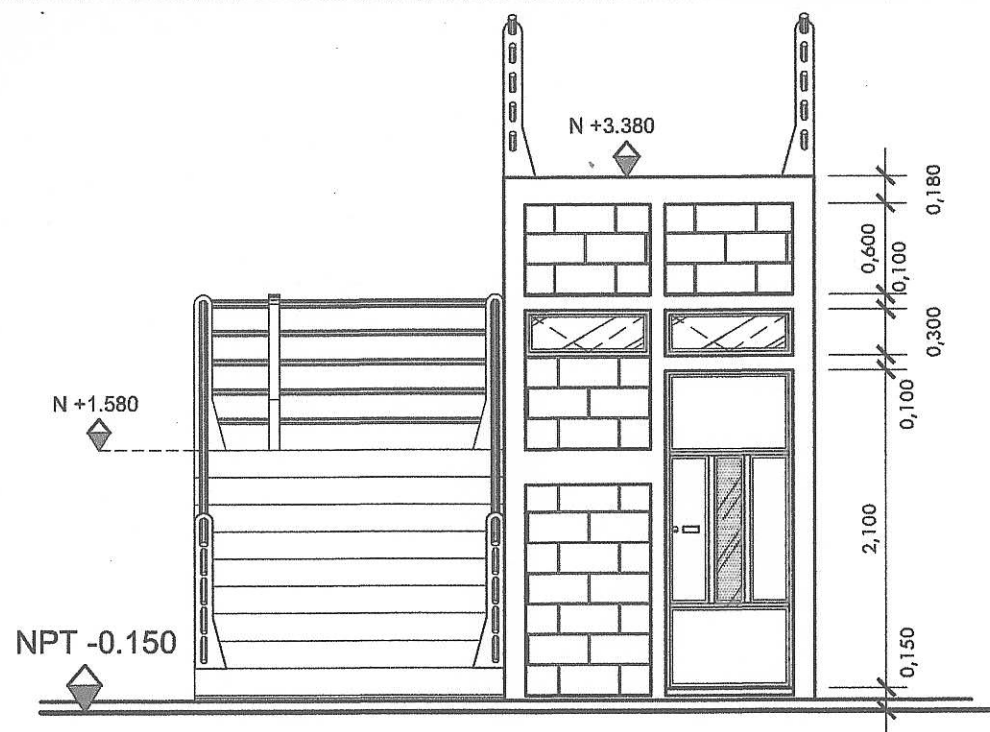
DISEÑO:
CARLOS CHIGÜICHÓN

ESCALA:
INDICADA

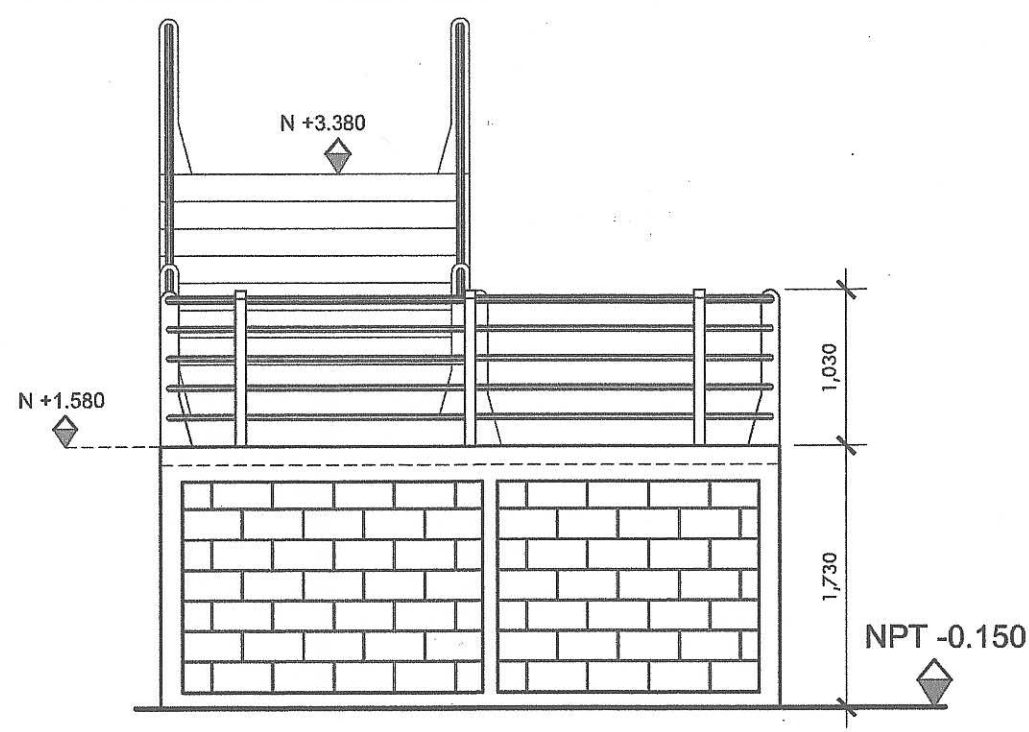
HOJA:
24 / 30

REVISÓ:
ING. OSCAR ARGUETA

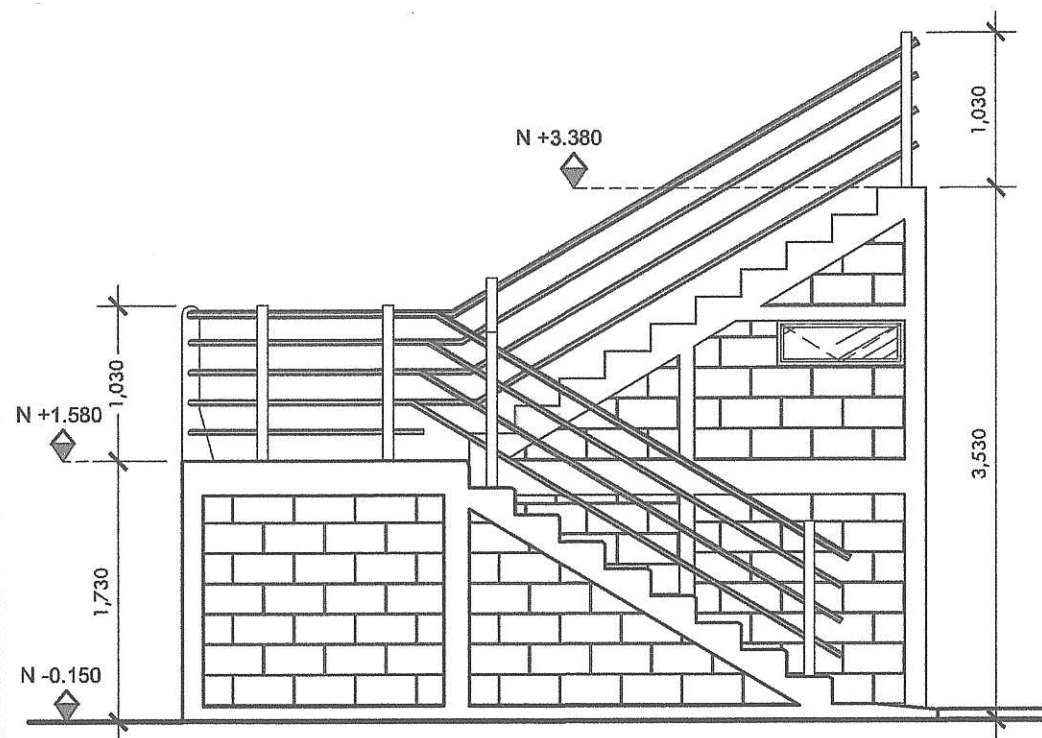
FECHA:
MAR. 2018



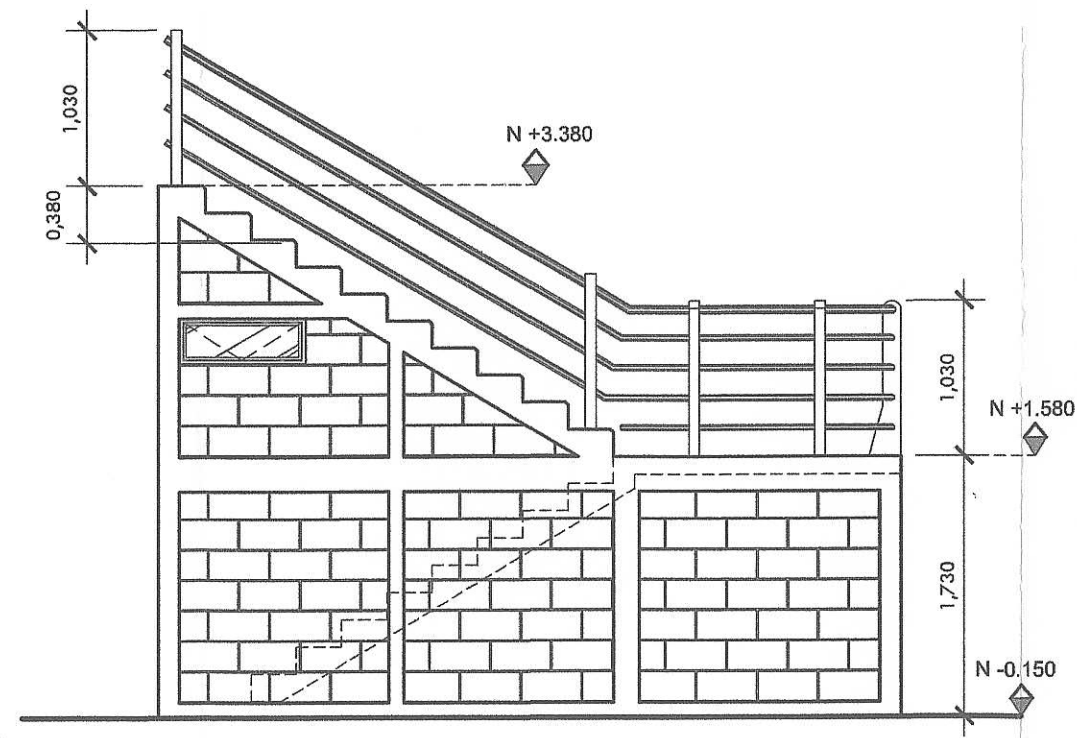
ELEVACIÓN FRONTAL
ESCALA 1:50



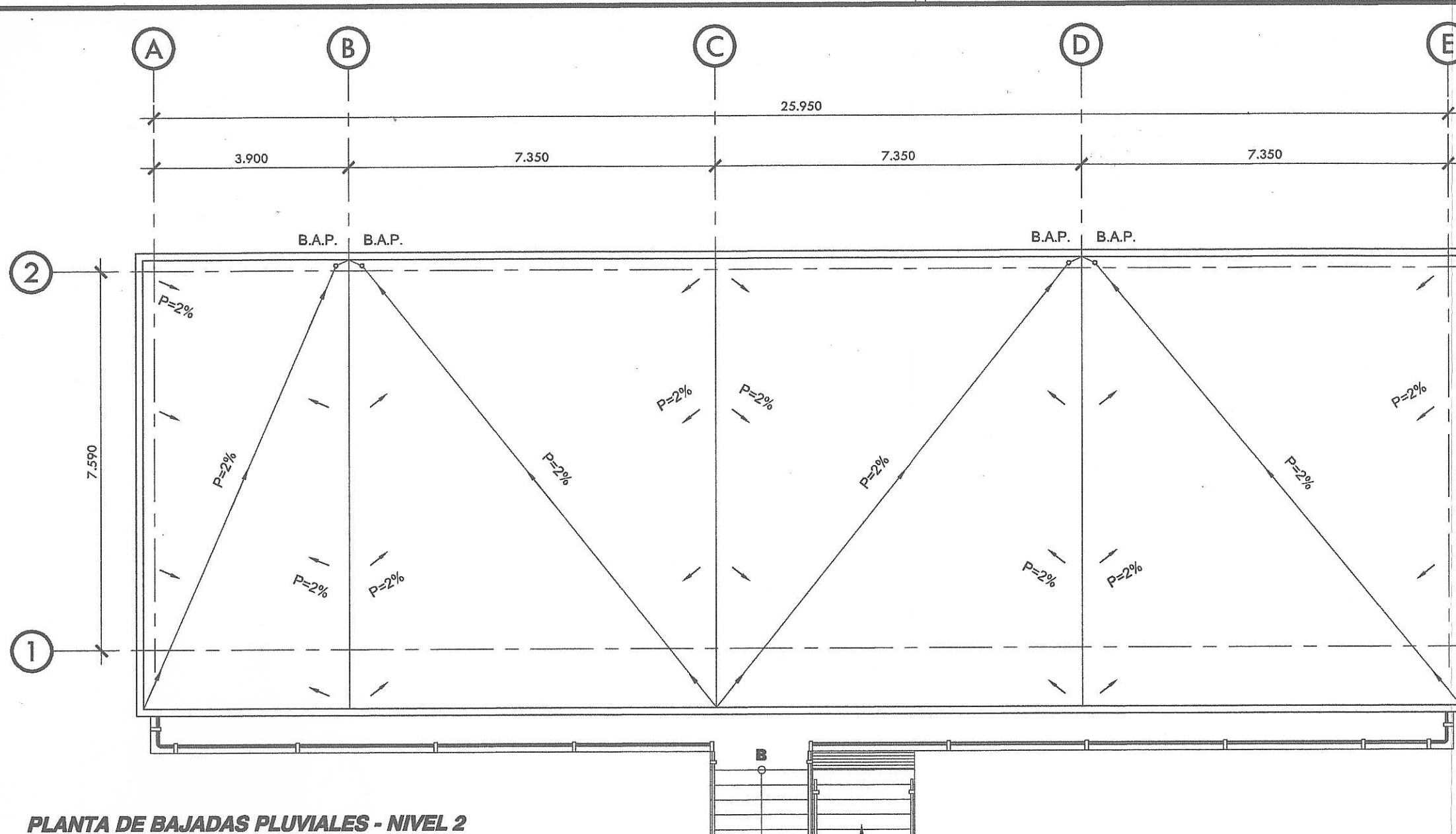
ELEVACIÓN POSTERIOR
ESCALA 1:50



ELEVACIÓN LATERAL IZQUIERDA
ESCALA 1:50



ELEVACIÓN LATERAL DERECHA
ESCALA 1:50



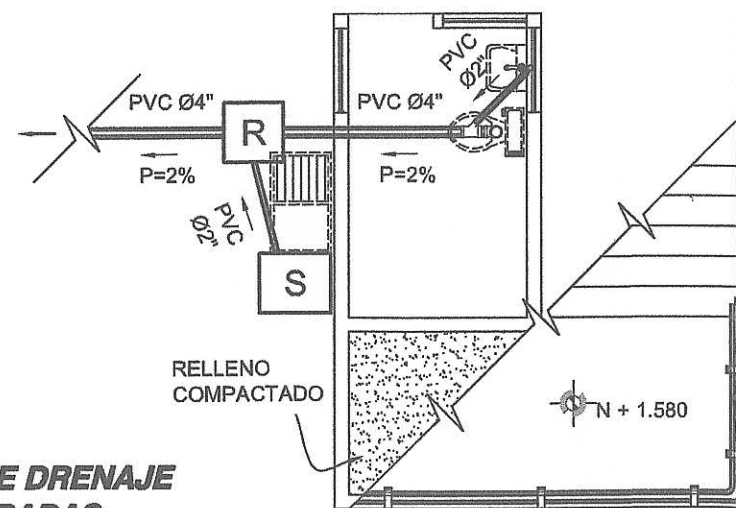
PLANTA DE BAJADAS PLUVIALES - NIVEL 2
ESCALA 1:100

NOTA:

- LA CAJA DE REGISTRO (R) Y LA CAJA SIFON (S) SERAN CONSTRUIDAS CON LADRILLO TAYUYO DE 6.5x11x23cm CON ACABADO ALISADO GRIS DENTRO DE ESTAS.
- LAS CAJAS TENDRÁN UNA BASE Y TAPADERA CONSTRUIDA DE CONCRETO ESPESOR DE 7.0cm Y EMPARRILLADO DE VARILLAS No.3@10.0cm.
- LAS DIMENSIONES EXTERNAS PARA LA CAJA DE REGISTRO (R) SON DE 57.0cm DE ANCHO Y LARGO x 53.0cm DE ALTURA.
- LAS DIMENSIONES EXTERNAS PARA LA CAJA DE SIFÓN (S) SON DE 59.0cm DE ANCHO x 71.0 DE LARGO x 53.0cm DE ALTURA
- LAS BAJADAS PLUVIALES DEBERÁN FIJARSE CON LOS ACCESORIOS RESPECTIVOS AL EXTERIOR SEGÚN SU UBICACIÓN EN EL PLANO. EVITAR QUE EL AGUA SE DIRIJA HACIA VECINDADES. PROPONER TRABAJO DE CANALIZACIÓN EXTERIOR EN CASO SEA NECESARIO.

CONTINUA HACIA CAJA DE UNION PARA AGUAS NEGRAS, MÁS PROXIMA.

PLANTA DE INSTALACIÓN DE DRENAJE SANITARIO - MODULO DE GRADAS
ESCALA 1:75



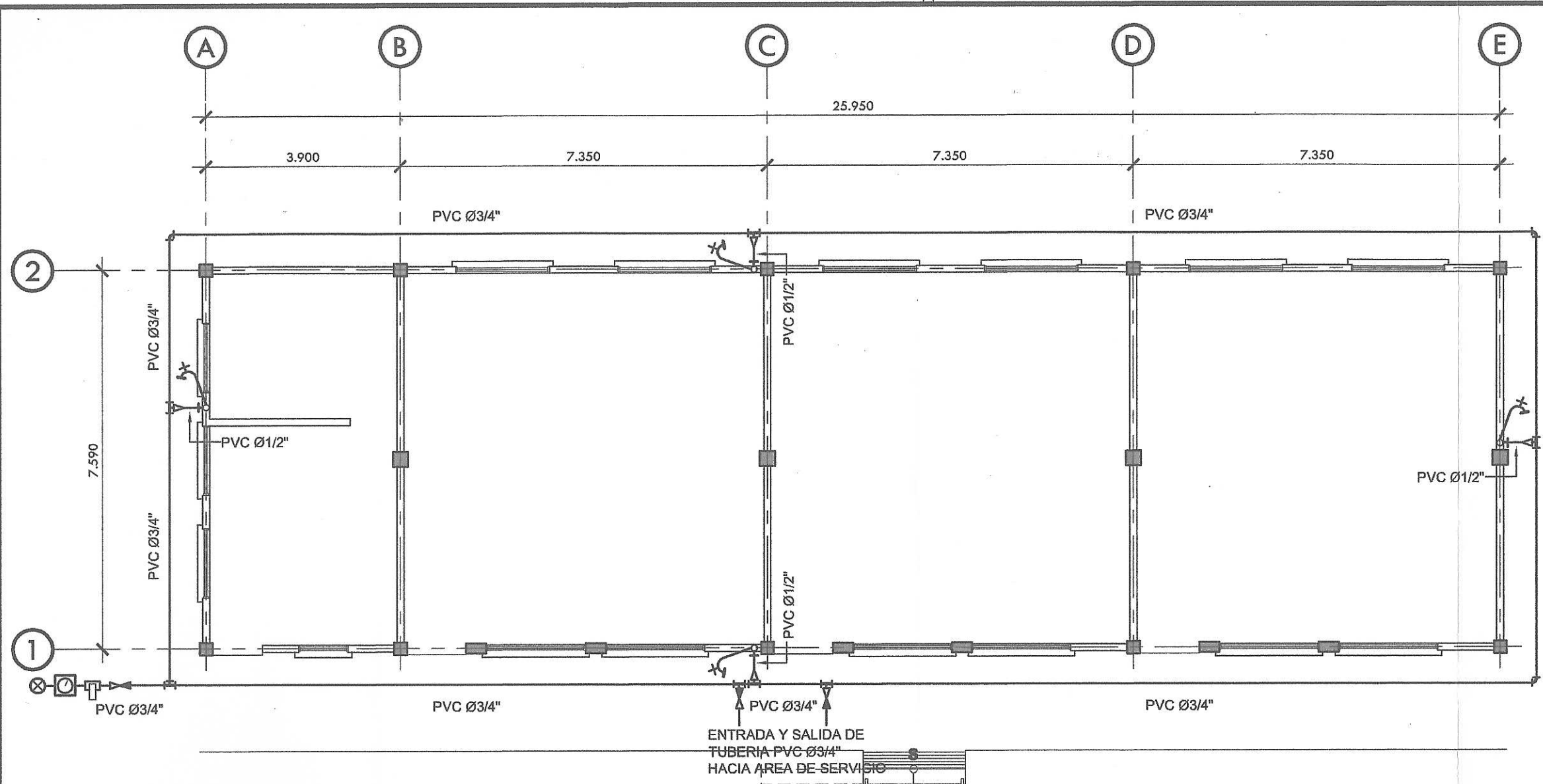
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:
EDIFICIO ESCOLAR CASERIO SANTA ROSA, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ.

CONTENIDO:
PLANTA DE INSTALACIÓN DE DRENAJE PLUVIAL Y SANITARIO

DISEÑO: CARLOS CHIGÜICHÓN	ESCALA: INDICADA	HOJA: 25 / 30
REVISÓ: ING. OSCAR ARGUETA	FECHA: MAR. 2018	

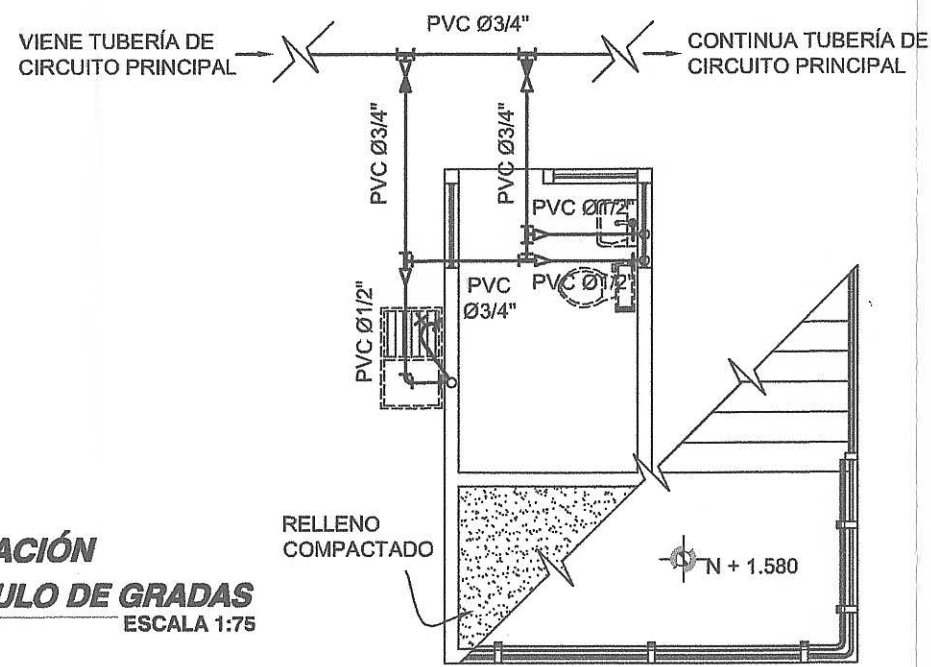


SÍMBOLOGIA	
	LLAVE DE GLOBO
	CONTADOR
	LLAVE DE COMPUERTA
	CODO 90° VERTICAL
	CODO 90° HORIZONTAL
	TEE HORIZONTAL
	REDUCIDOR
	LLAVE DE CHEQUE
	GRIFO
	TUBERÍA ENTERRADA

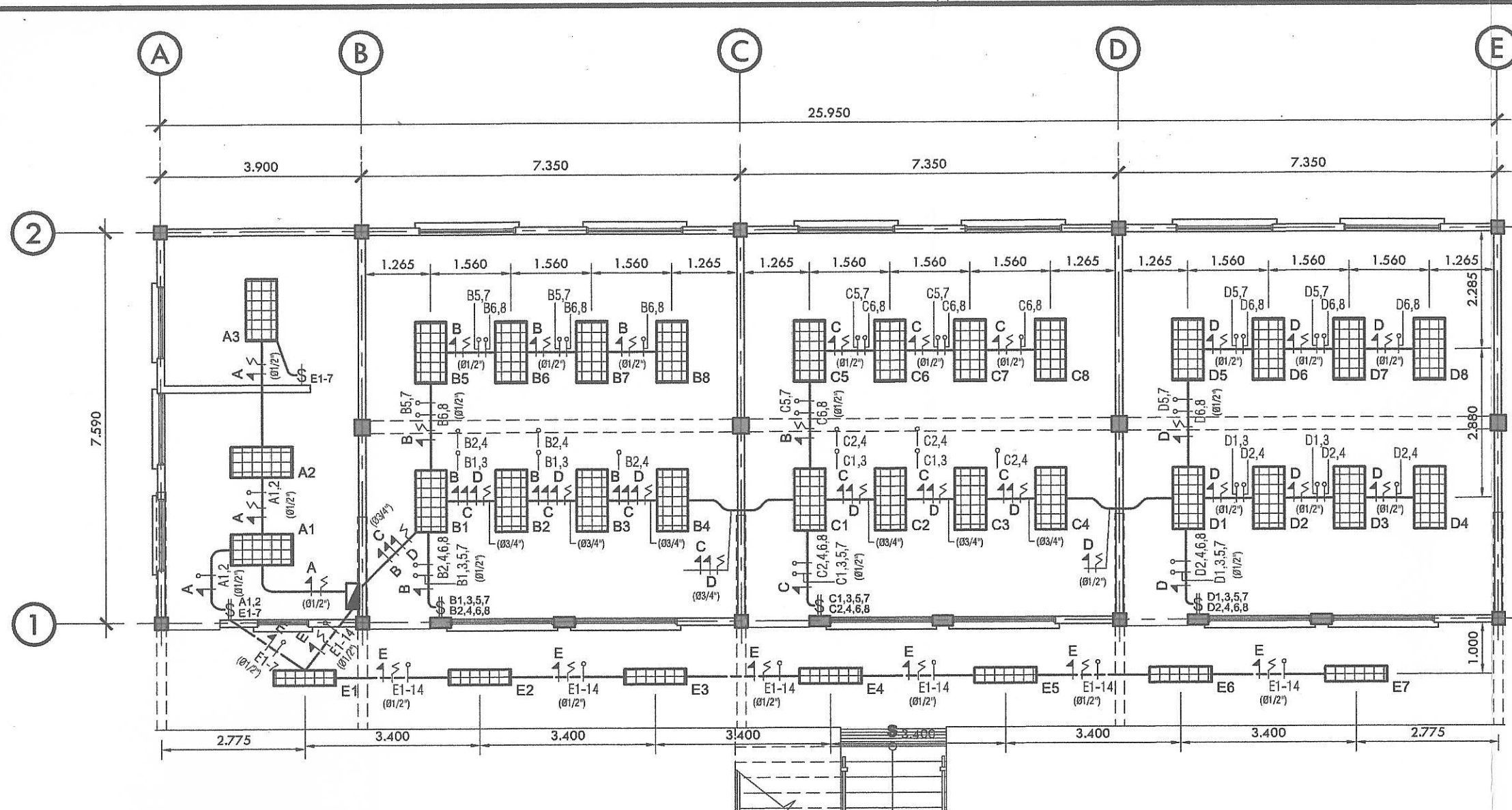
Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. Oscar Argueta Hernández
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

PLANTA DE INSTALACIÓN HIDRÁULICA - NIVEL 1
ESCALA 1:100

PLANTA DE INSTALACIÓN HIDRÁULICA - MODULO DE GRADAS
ESCALA 1:75



	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
	FACULTAD DE INGENIERIA	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR CASERIO SANTA ROSA, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ.		
CONTENIDO: PLANTA DE INSTALACIÓN HIDRÁULICA		
DISEÑO: CARLOS CHIGÜICHÓN	ESCALA: INDICADA	HOJA: 26 / 30
REVISÓ: ING. OSCAR ARGUETA	FECHA: MAR. 2018	



SÍMBOLOGIA	
	LAMPARA FLUORESCENTE DE 2x4' - 4x32w
	LAMPARA FLUORESCENTE DE 1x4' - 2x32w
	LÍNEA VIVA, LÍNEA NEUTRA Y RETORNO.
	INTERRUPTOR SIMPLE
	INTERRUPTOR DOBLE
	TABLERO PRINCIPAL EMPOTRADO
	TABLERO SECUNDARIO EMPOTRADO
	CRUCE DE TUBERÍA BAJO NIVEL DE SOLERA CORONA
	TUBERÍA PVC ENTRE LOSA DIÁMETRO INDICADO
	TUBERÍA PVC EXPUESTA DIÁMETRO INDICADO

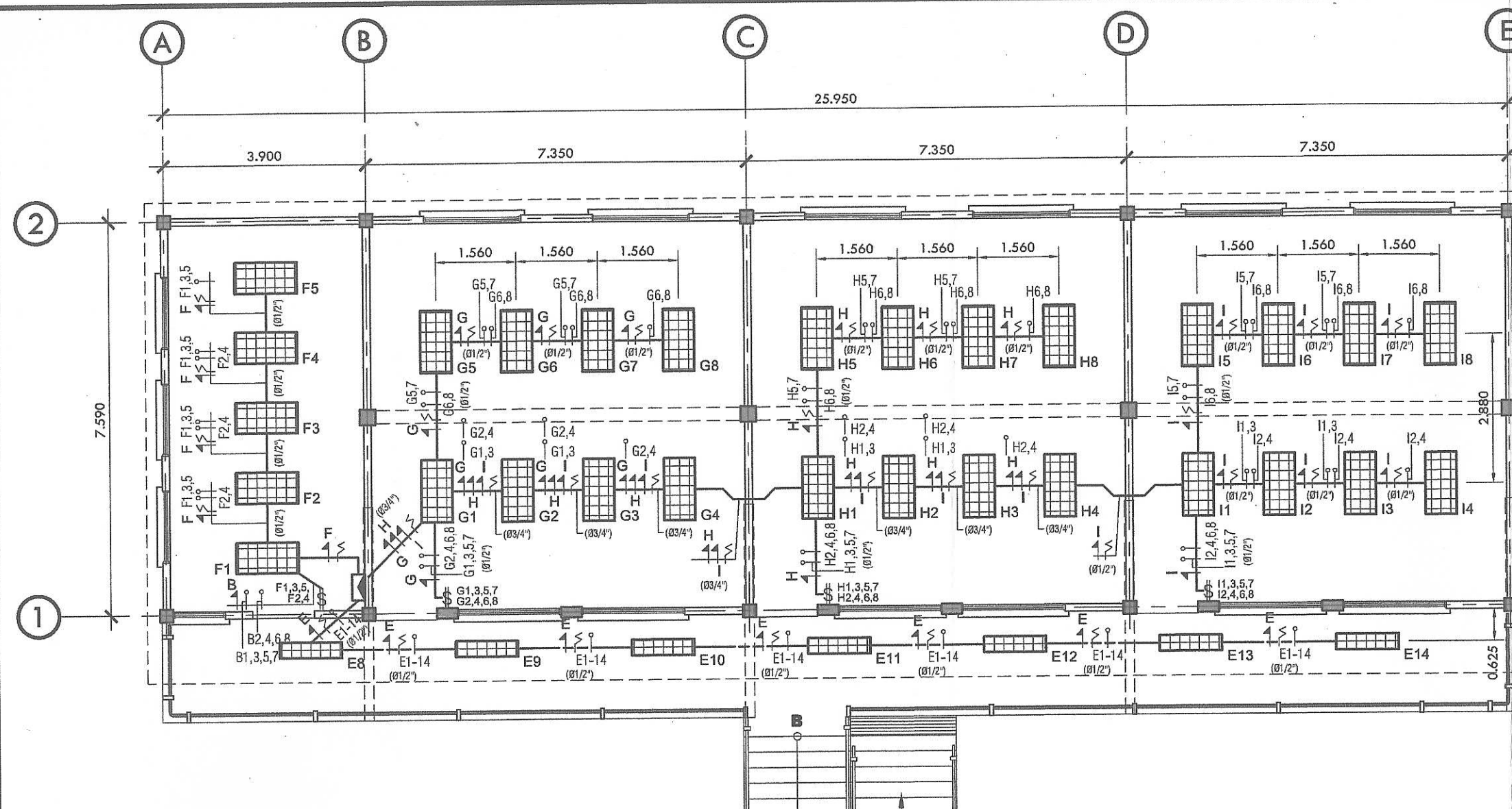
Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. Oscar Argueta Hernández
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería EPS
 Facultad de Ingeniería

PLANTA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA - ILUMINACIÓN NIVEL 1
 ESCALA 1:100

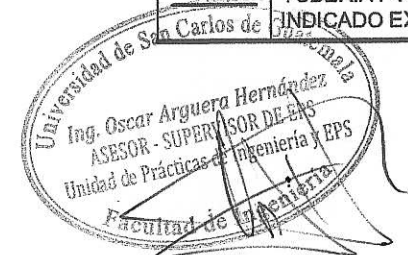
NOTA:

- TODA LA TUBERÍA DE LA INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN SERÁ EXPUESTA SEGÚN INDIQUE EL PLANO Y ANCLADA DEBIDAMENTE CON LOS ACCESORIOS RESPECTIVOS.
- LAS LAMPARAS DE 2x4' - 4x32w ESTARÁN SUSPENDIDAS A UNA ALTURA DE 30.0cm MEDIDA DESDE EL CIELO.
- LAS LAMPARAS DE 1x4' - 2x32" ESTARÁN SUJETADAS DIRECTAMENTE A LA LOSA.
- EL CALIBRE PARA LINEA VIVA Y LINEA NEUTRA SERÁ CABLE No.12 EN TODOS LOS CIRCUITOS DE ILUMINACIÓN. SE EXCEPTÚA EL CIRCUITO "D" EN EL CUAL DEBERÁ UTILIZARSE CABLE No.10 PARA AMBAS LÍNEAS.
- EL CALIBRE PARA LÍNEAS DE RETORNO SERÁ CABLE No.14. SE EXCEPTÚA EL RETORNO "E1-14" QUE DEBERÁ SER CABLE No.12.
- TODOS LOS ACCESORIOS DE LA INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN SERÁN DE PVC Y EN COLOR GRIS, YA SEA DE FABRICA O APLICANDO PINTURA DE ESMALTE.
- CADA SALIDA DE ILUMINACIÓN CONTARÁ CON UNA CAJA OCTOGONAL Y DEBERÁ DISPONERSE DE TAPADERA CON AGUJERO PARA LA SALIDA DE LAS PUNTAS DE CABLES.
- LA ALTURA DE INTERRUPTORES SERÁ DE 1.20m MEDIDOS DESDE EL NIVEL DE PISO TERMINADO AL CENTRO DE LA CAJA RECTANGULAR. SE INSTALARÁN EN POSICIÓN HORIZONTAL.
- LAS TAPADERAS DE INTERRUPTORES SERÁN EN COLOR BLANCO.

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
	FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR CASERIO SANTA ROSA, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ.		
CONTENIDO: PLANTA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA ILUMINACIÓN NIVEL 1		
DISEÑO: CARLOS CHIGÚICHÓN	ESCALA: INDICADA	HOJA: 27 / 30
REVISÓ: ING. OSCAR ARGUETA	FECHA: MAR. 2018	



SÍMBOLOGIA	
	LAMPARA FLUORESCENTE DE 2x4' - 4x32w
	LAMPARA FLUORESCENTE DE 1x4' - 2x32w
	LÍNEA VIVA, LÍNEA NEUTRA Y RETORNO.
	INTERRUPTOR SIMPLE
	INTERRUPTOR DOBLE
	TABLERO PRINCIPAL EMPOTRADO
	TABLERO SECUNDARIO EMPOTRADO
	CRUCE DE TUBERÍA BAJO NIVEL DE SOLERA CORONA
	TUBERÍA PVC DIÁMETRO INDICADO ENTRE LOSA
	TUBERÍA PVC DIÁMETRO INDICADO EXPUESTA

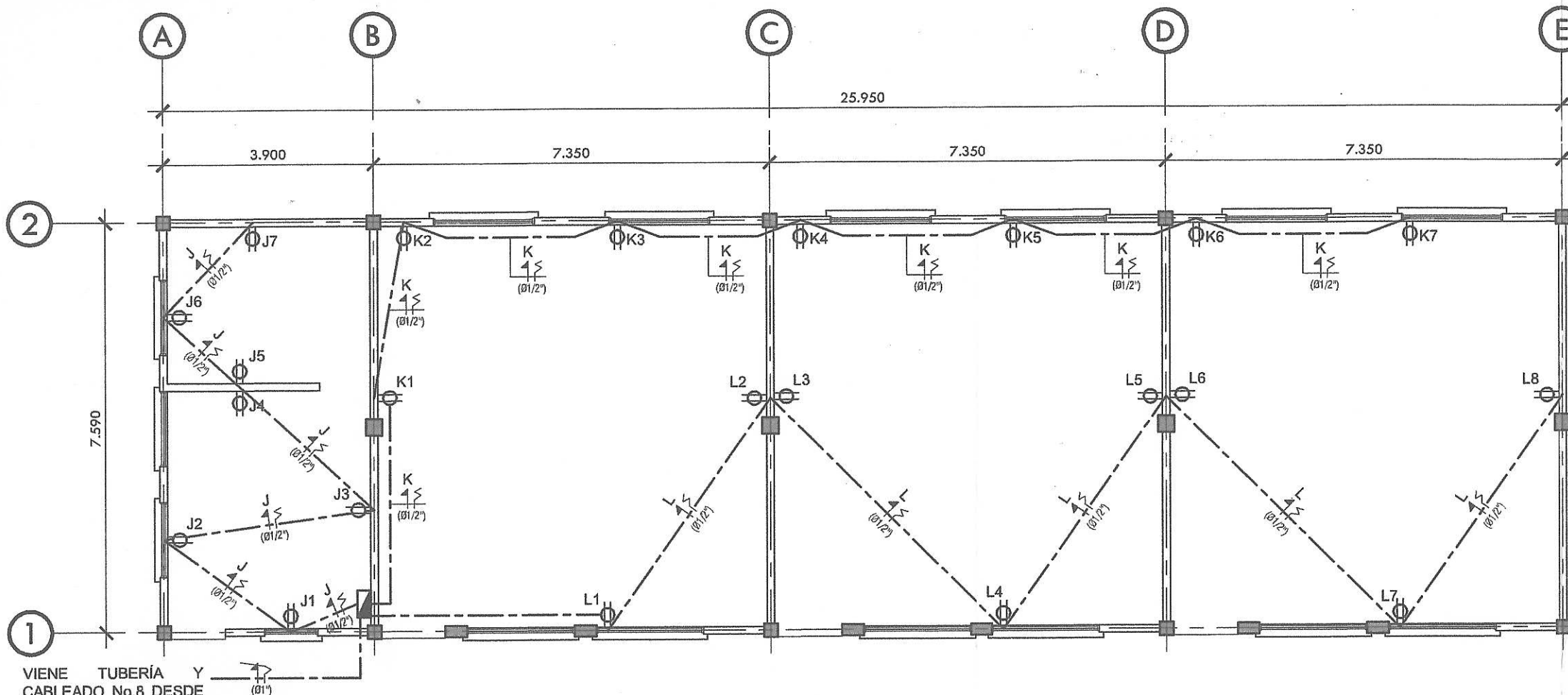


PLANTA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA - ILUMINACIÓN NIVEL 2
ESCALA 1:100

NOTA:

- TODA LA TUBERÍA DE LA INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN SERÁ EXPUESTA SEGÚN INDIQUE EL PLANO Y ANCLADA DEBIDAMENTE CON LOS ACCESORIOS RESPECTIVOS.
- LAS LAMPARAS DE 2x4' - 4x32w ESTARÁN SUSPENDIDAS A UNA ALTURA DE 30.0cm MEDIDA DESDE EL CIELO.
- LAS LAMPARAS DE 1x4' - 2x32" ESTARÁN SUJETADAS DIRECTAMENTE A LA LOSA.
- EL CALIBRE PARA LINEA VIVA Y LINEA NEUTRA SERÁ CABLE No.12 EN TODOS LOS CIRCUITOS DE ILUMINACIÓN. SE EXCEPTÚA EL CIRCUITO "I" EN EL CUAL DEBERÁ UTILIZARSE CABLE No.10 PARA AMBAS LÍNEAS.
- EL CALIBRE PARA LÍNEAS DE RETORNO SERÁ CABLE No.14. SE EXCEPTÚA EL RETORNO "E1-14" QUE DEBERÁ SER CABLE No.12.
- TODOS LOS ACCESORIOS DE LA INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN SERÁN DE PVC Y EN COLOR GRIS, YA SEA DE FABRICA O APLICANDO PINTURA DE ESMALTE.
- CADA SALIDA DE ILUMINACIÓN CONTARÁ CON UNA CAJA OCTOGONAL Y DEBERÁ DISPONERSE DE TAPADERA CON AGUJERO PARA LA SALIDA DE LAS PUNTAS DE CABLES.
- LA ALTURA DE INTERRUPTORES SERÁ DE 1.20m MEDIDOS DESDE EL NIVEL DE PISO TERMINADO AL CENTRO DE LA CAJA RECTANGULAR. SE INSTALARÁN EN POSICIÓN HORIZONTAL.
- LAS TAPADERAS DE INTERRUPTORES SERÁN EN COLOR BLANCO.

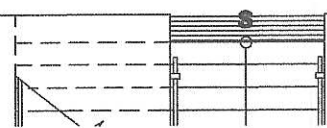
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
	FACULTAD DE INGENIERIA	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR CASERIO SANTA ROSA, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ.		
CONTENIDO: PLANTA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA ILUMINACIÓN NIVEL 2		
DISEÑO: CARLOS CHIGÚICHÓN	ESCALA: INDICADA	HOJA: 28 / 30
REVISÓ: ING. OSCAR ARGUETA	FECHA: MAR. 2018	



SÍMBOLOGIA	
	TOMACORRIENTE DOBLE 110v
	LÍNEA VIVA, LÍNEA NEUTRA Y RETORNO.
	TABLERO PRINCIPAL EMPOTRADO
	TABLERO SECUNDARIO EMPOTRADO
	TUBERÍA PVC DIÁMETRO INDICADO BAJO PISO
	TUBERÍA PVC DIÁMETRO INDICADO EXPUESTA



VIENE TUBERÍA Y CABLEADO No.8 DESDE ACOMETIDA ELÉCTRICA

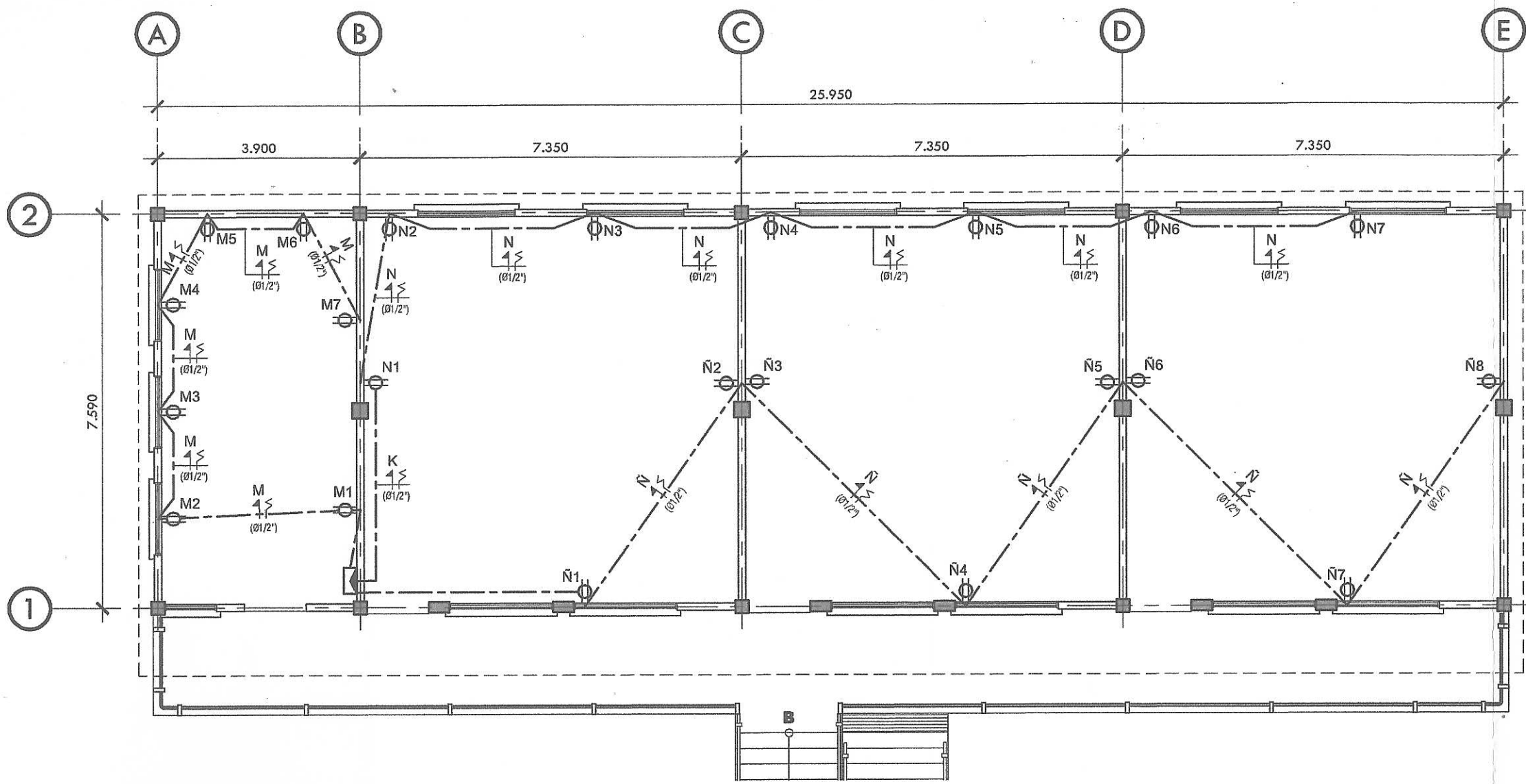


PLANTA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA - FUERZA NIVEL 1
ESCALA 1:100

NOTA:

- TODA LA TUBERÍA DE LA INSTALACIÓN DE FUERZA SERÁ SUBTERRANEA BAJO EL PISO EN CADA NIVEL SEGÚN INDIQUE EL PLANO.
- EL CALIBRE PARA LINEA VIVA Y LINEA NEUTRA SERÁ CABLE No.12 EN TODOS LOS CIRCUITOS DE FUERZA.
- TODOS LOS ACCESORIOS DE LA INSTALACIÓN FUERZA SERÁN DE PVC.
- LA ALTURA DE TOMACORRIENTE SERÁ DE 0.30m MEDIDOS DESDE EL NIVEL DE PISO TERMINADO AL CENTRO DE LA CAJA RECTANGULAR. SE INSTALARÁN EN POSICIÓN HORIZONTAL.
- LAS TAPADERAS DE TOMACORRIENTE SERÁN EN COLOR BLANCO.
- LA TUBERÍA VERTICAL QUE LLEGA A LOS TOMACORRIENTES SE PERMITE ESTAR EMPOTRADA EN LOS MUROS DEBIENDO UTILIZAR ESMERILADORA PARA ABRIR CADA AGUJERO. POSTERIORMENTE SELLADO CON MORTERO DE PEGA.

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
	FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR CASERIO SANTA ROSA, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ.		
CONTENIDO: PLANTA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA FUERZA NIVEL 1		
DISEÑO: CARLOS CHIGÜICHÓN	ESCALA: INDICADA	HOJA: 29 / 30
REVISÓ: ING. OSCAR ARGUETA	FECHA: MAR. 2018	



SÍMBOLOGIA	
	TOMACORRIENTE DOBLE 110v
	LÍNEA VIVA, LÍNEA NEUTRA Y RETORNO.
	TABLERO PRINCIPAL EMPOTRADO
	TABLERO SECUNDARIO EMPOTRADO
	TUBERÍA PVC DIÁMETRO INDICADO BAJO PISO
	TUBERÍA PVC DIÁMETRO INDICADO EXPUESTA



PLANTA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA - FUERZA NIVEL 2
 ESCALA 1:100

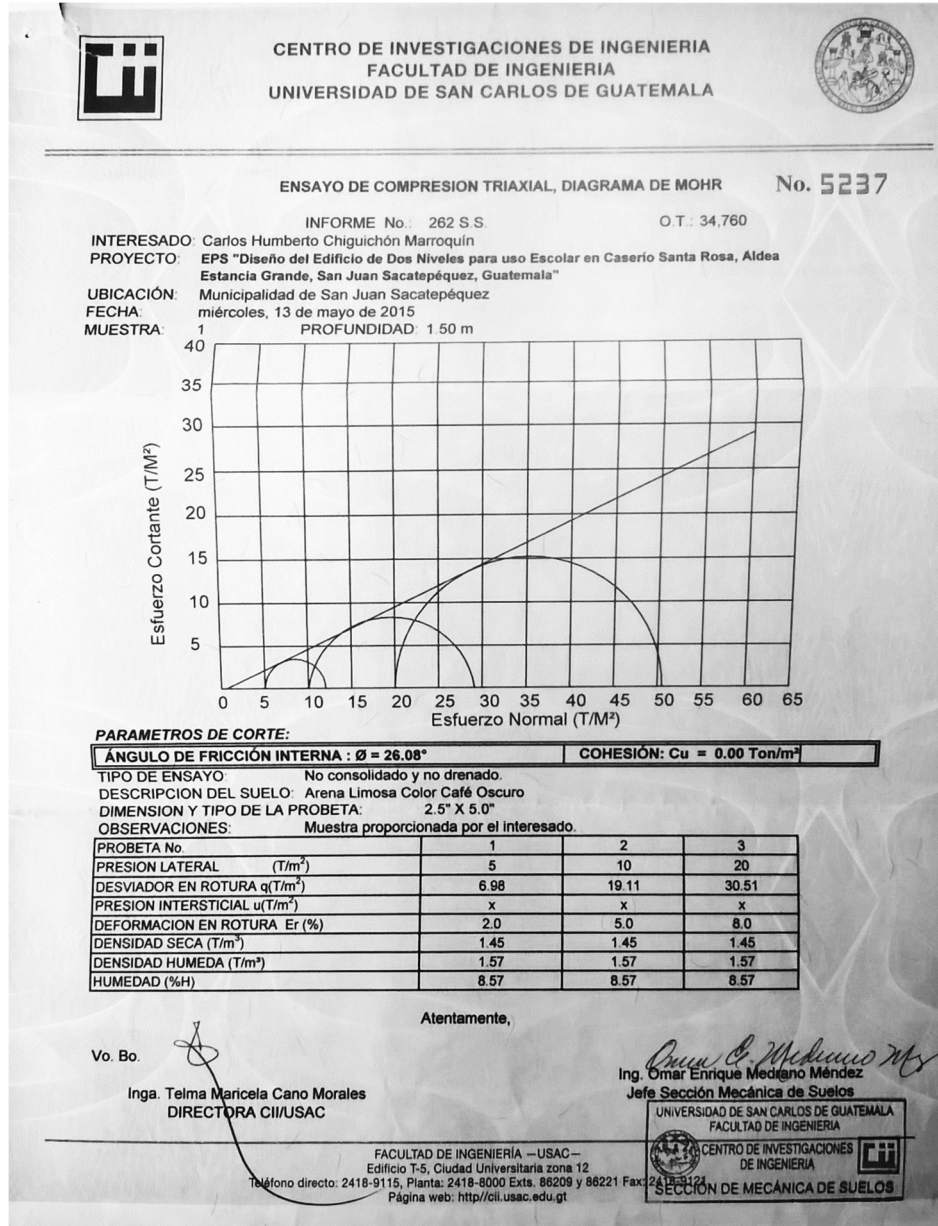
NOTA:

- TODA LA TUBERÍA DE LA INSTALACIÓN DE FUERZA SERÁ SUBTERRANEA BAJO EL PISO EN CADA NIVEL SEGÚN INDIQUE EL PLANO.
- EL CALIBRE PARA LINEA VIVA Y LINEA NEUTRA SERÁ CABLE No.12 EN TODOS LOS CIRCUITOS DE FUERZA.
- TODOS LOS ACCESORIOS DE LA INSTALACIÓN FUERZA SERÁN DE PVC.
- LA ALTURA DE TOMACORRIENTE SERÁ DE 0.30m MEDIDOS DESDE EL NIVEL DE PISO TERMINADO AL CENTRO DE LA CAJA RECTANGULAR. SE INSTALARÁN EN POSICIÓN HORIZONTAL.
- LAS TAPADERAS DE TOMACORRIENTE SERÁN EN COLOR BLANCO.
- LA TUBERÍA VERTICAL QUE LLEGA A LOS TOMACORRIENTES SE PERMITE ESTAR EMPOTRADA EN LOS MUROS DEBIENDO UTILIZAR ESMERILADORA PARA ABRIR CADA AGUJERO. POSTERIORMENTE SELLADO CON MORTERO DE PEGA.

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
	FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: EDIFICIO ESCOLAR CASERIO SANTA ROSA, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ.		
CONTENIDO: PLANTA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA FUERZA NIVEL 2		
DISEÑO: CARLOS CHIGÚICHÓN	ESCALA: INDICADA	HOJA: 30 / 30
REVISÓ: ING. OSCAR ARGUETA	FECHA: MAR. 2018	

ANEXOS

Anexo 1. Resultado de ensayo de compresión triaxial de suelo



Fuente: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Centro de Investigaciones de Ingeniería. Fecha: 13 de mayo de 2015.

Continuación del anexo 2.



DIRECCION DE GESTION AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL – DIRECCION DE COORDINACIÓN NACIONAL

INSTRUCCIONES		PARA USO INTERNO DEL MARN
I.3 Teléfono: 6630-3122		Correo electrónico: dmpsajuansac@gmail.com
I.4 Dirección de donde se ubica la actividad: (identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; OBLIGATORIAMENTE indicar el municipio y departamento)		
CASERÍO SANTA ROSA, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA.		
Especificar Coordenadas UTM o Geográficas		
Coordenadas UTM (Universal Transverse de Mercator Datum WGS84	Coordenadas Geográficas Datum WGS84	
	14°51'09.9 N	
	90°34'48.6W	
I.5 Dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal) (identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; OBLIGATORIAMENTE indicar el municipio y departamento)		
7ª. calle "A" y 6ª. Avenida, Zona 1, Plaza Cataluña, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.		
I.6 Si para consignar la información en este formato, fue apoyado por una profesional, por favor anote el nombre y profesión del mismo		
Sergio Iván Ramírez Aquino, Ingeniero Civil		
II. INFORMACION GENERAL		
Se debe proporcionar una descripción de las actividades que serán efectuadas en el proyecto, obra, industria o actividad según etapas siguientes:		
II.1 Etapa de Construcción	Operación	Abandono
<ul style="list-style-type: none"> Actividades a realizar Bodega y campamento temporal. Traslado de maquinaria y equipo Trazo y nivelación Zanqueo Levantado de estructura de mampostería y elementos de concreto. Acabados finales Limpieza general Insumos necesarios Materiales de construcción Varillas de acero corrugado Tuberías y accesorios PVC Madera para formateado Agua potable Maquinaria Retro excavadora Camión de volteo Mezcladoras de concreto Compacladoras mecánicas Otros de relevancia 	<ul style="list-style-type: none"> Actividades o procesos Impartición de clases Materia prima e insumos Tizas, marcadores, papel, libros, energía eléctrica. Maquinaria Equipos de computación Productos y Subproductos (bienes y servicios) Impartición de ciclo regular educativo y actividades sociales varias Horario de Trabajo Jornada matutina y vespertina Otros de relevancia 	<ul style="list-style-type: none"> Acciones a tomar en caso de cierre Disposición de uso para clínicas médicas, albergues temporales, etc. Consenso de comunidad.

20 Calle 28-58, zona 10, Edificio MARN, Ciudad Guatemala. Teléfono (502) 2423-0500

@marngt

/marngtambiente

www.marn.gob.gt

Continuación del anexo 2.



DIRECCION DE GESTION AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL – DIRECCION DE COORDINACIÓN NACIONAL

GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DE
GUATEMALA

MINISTERIO DE AMBIENTE
 Y RECURSOS NATURALES

II.3 Área

a) Área total de terreno en metros cuadrados: 250.00 m²

b) Área de ocupación del proyecto en metros cuadrados: 225.00 m²
 Área total de construcción en metros cuadrados: 450.00 m²

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN															
<p>II.4 Actividades colindantes al proyecto:</p> <p>NORTE <u>Oficinas sin uso existentes en el mismo predio</u> SUR <u>Proximidad a la calle principal del caserío</u> ESTE <u>Aulas existentes en el mismo predio</u> OESTE <u>Propiedad privada</u></p> <p>Describir detalladamente las características del entorno (viviendas, barrancos, ríos, basureros, iglesias, centros educativos, centros culturales, etc.):</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">DESCRIPCION</th> <th style="width: 33%;">DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)</th> <th style="width: 33%;">DISTANCIA AL PROYECTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Oficinas sin uso</td> <td>Norte</td> <td>10.0 m</td> </tr> <tr> <td>Calle principal</td> <td>Sur</td> <td>5.0 m</td> </tr> <tr> <td>Aulas existentes</td> <td>Este</td> <td>15.0 m</td> </tr> <tr> <td>Propiedad privada</td> <td>Oeste</td> <td>3.0 m</td> </tr> </tbody> </table>		DESCRIPCION	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL PROYECTO	Oficinas sin uso	Norte	10.0 m	Calle principal	Sur	5.0 m	Aulas existentes	Este	15.0 m	Propiedad privada	Oeste	3.0 m
DESCRIPCION	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL PROYECTO														
Oficinas sin uso	Norte	10.0 m														
Calle principal	Sur	5.0 m														
Aulas existentes	Este	15.0 m														
Propiedad privada	Oeste	3.0 m														
<p>II.5 Dirección del viento:</p> <p style="text-align: center;">Predominante vientos de noroeste a sureste.</p>																
<p>II.6 En el área donde se ubica la actividad, a qué tipo de riesgo ha estado o está expuesto?</p> <p>a) inundación () b) explosión () c) deslizamientos () d) derrame de combustible () e) fuga de combustible () d) Incendio () e) Otro (X)</p> <p>Detalle la información <u>Se considera principalmente la exposición de tener tiempos prolongados de sequía debido a las características climáticas del lugar.</u></p>																
<p>II.7 Datos laborales</p> <p>a) Jornada de trabajo: Diurna (X) Nocturna () Mixta () Horas Extras _____</p> <p>b) Número de empleados por jornada <u>20 empleados</u> Total empleados <u>20 empleados</u></p>																

20 Calle 28-58, zona 10, Edificio MARN. Ciudad Guatemala. Teléfono (502) 2423-0500



www.marn.gob.gt



Continuación del anexo 2.



DIRECCION DE GESTION AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL – DIRECCION DE COORDINACIÓN NACIONAL

II.8 USO Y CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTRO...

INSTRUCCIONES				PARA USO INTERNO DEL MARN			
CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...							
	Tipo	Si/No	Cantidad/(mes día y hora)	Proveedor	Uso	Especificaciones u observaciones	Forma de almacenamiento
Agua	Servicio publico	NO	x	x	x	x	x
	Pozo	NO	x	x	x	x	x
	Agua especial	Si	50 gl/día	Contratista	Limpieza, actividades de trabajo	Agua no potable para uso de trabajos	Cisternas plasticas
	Superficial	NO	x	x	x	x	x
Combustible	Otro	NO	x	x	x	x	x
	Gasolina	Si	40 gl/mes	Contratista	Funcionamiento de maquinaria y equipos	Gasolina tipo regular	Depósitos de 20gl plasticos
	Diesel	NO	40 gl/mes	Contratista	Funcionamiento de maquinaria y equipos	Gasolina tipo regular	Depósitos de 20gl plasticos
	Bunker	NO	x	x	x	x	x
	Glp	NO	x	x	x	x	x
	Otro	NO	x	x	x	x	x
Lubricantes	Solubles	NO	x	x	x	x	x
	No solubles	NO	x	x	x	x	x
Refrigerantes		NO	x	x	x	x	x
Otros		NO	x	x	x	x	x

NOTA: si se cuenta con licencia extendida por la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas, para comercialización o almacenaje de combustible. Adjuntar copia

III. IMPACTO AL AIRE

GASES Y PARTICULAS

III.1 Las acciones u operaciones de la Actividad, producen gases o partículas (Ejemplo: polvo, vapores, humo, niebla, material particulado, etc.) que se dispersan en el aire? Ampliar la información e indicar la fuente de donde se generan?

La actividad generará principalmente polvo debido a las excavaciones, uso de agregados finos como el cemento, corte de materiales que por su característica de fabricación genere polvo.

MITIGACION

III.2 ¿Qué se está haciendo o qué se hará para evitar que los gases o partículas impacten el aire, el vecindario o a los trabajadores?

Se harán irrigaciones de agua para humedecer las áreas próximas en un perímetro de 5.0 metros alrededor de los trabajos para minimizar que el polvo se propague por la acción del viento.

20 Calle 28-58, zona 10, Edificio MARN. Ciudad Guatemala. Teléfono (502) 2423-0500

@marngt

/marngtambiente

www.marn.gob.gt

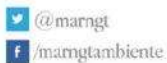
Continuación del anexo 2.



DIRECCION DE GESTION AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL – DIRECCION DE COORDINACIÓN NACIONAL

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
RUIDO Y VIBRACIONES	
<p>III.3 Las operaciones de la empresa producen sonidos fuertes (ruido), o vibraciones?</p> <p>La actividad generará ruidos principalmente por el uso de retroexcavadora en la fase de zanjeo, posteriormente ruidos por el uso de esmeriladoras manuales, vibraciones en menor escala al usar compactadoras mecánicas.</p> <p>III.4 En donde se genera el sonido y/o las vibraciones (maquinaria, equipo, instrumentos musicales, vehículos, etc.)</p> <p>El ruido se generará en la zona de trabajo de construcción del edificio.</p> <p>III.5 ¿Qué se está haciendo o: que acciones se tomarán para evitar que el ruido o las vibraciones afecten al vecindario y a los trabajadores?</p> <p>Se alternarán periodos no continuos del uso de la maquinaria y equipo que genere ruido</p>	
OLORES	
<p>III.6 Si como resultado de sus actividades se emiten olores (ejemplo: cocción de alimentos, aromáticos, solventes, etc.), explicar con detalles la fuente de generación y el tipo o características del o los olores.</p> <p>Principalmente se generarán olores del proceso de combustión en los motores de la maquinaria y equipos.</p> <p>III.7 Explicar que se está haciendo o se hará para evitar que los olores se dispersen en el ambiente?</p> <p>Se trasladará al proyecto equipo y maquinarias en condiciones de buen estado y que emitan la menor cantidad de contaminantes debido a la combustión de los motores.</p>	
IV. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD EN EL AGUA	
AGUAS RESIDUALES	
CARACTERIZACION DE LAS AGUAS RESIDUALES	
<p>IV.1 Con base en el Acuerdo Gubernativo 236-2006, Reglamento de las Descargas y Re-uso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos, qué tipo de aguas residuales (aguas negras) se generan?</p> <p>a) <u>Ordinarias</u> (aguas residuales generadas por las actividades domésticas)</p> <p>b) <u>Especiales</u> (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias)</p> <p>c) <u>Mezcla</u> de las anteriores</p> <p>d) Otro,</p> <p>Cualquiera que fuera el caso, explicar la información, indicando el caudal (cantidad) de aguas residuales generado. <u>No se estima la producción de un caudal continuo de aguas residuales</u></p> <p>IV.2 Indicar el número de servicios sanitarios. <u>Se considerará el uso de al menos 3 baños sanitarios portátiles que tendrán el mantenimiento respectivo para la disposición correcta de excretas.</u></p>	

20 Calle 28-58, zona 10, Edificio MARN. Ciudad Guatemala. teléfono (502) 2425-0500



www.marn.gob.gt



Continuación del anexo 2.



DIRECCION DE GESTION AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL – DIRECCION DE COORDINACIÓN NACIONAL

GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DE
GUATEMALA

MINISTERIO DE AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES

V.7 Indicar el sitio de disposición final de los desechos generados (comunes y peligrosos). Dependerá de la asignación que la municipalidad indique.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
VI. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGIA	
CONSUMO	
VI.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/hr o kW/mes)	<u>0.10 kw/h</u>
VI.2 Forma de suministro de energía	
a) Sistema público	<u>Público</u>
b) Sistema privado	
c) generación propia	
VI.3 Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos?	SI _____ NO <u>x</u>
VI.4 Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía? Aprovechamiento de las horas con iluminación natural y administración en tiempos efectivos de trabajo con equipo que necesite electricidad.	
VII. POSIBILIDAD DE AFECTAR LA BIODIVERSIDAD (ANIMALES, PLANTAS, BOSQUES, ETC.)	
VII.1 En el sitio donde se ubica la empresa o actividad, existen: - Bosques _____ - Animales _____ - Otros _____ Especificar información: <u>Se localizan en los alrededores pequeños bosques principalmente de árboles frutales</u>	
VII.2 La operación de la empresa requiere efectuar corte de árboles?	<u>Ningún corte de árboles</u>
VII.3 Las actividades de la empresa, pueden afectar la biodiversidad del área? SI () NO (X) Por qué? El terreno disponible para la obra se localiza dentro de un predio asignado para el edificio y este no cuenta con biodiversidad dentro del predio.	
VIII. TRANSPORTE	
VIII.1 En cuanto a aspectos relacionados con el transporte y parqueo de los vehículos de la empresa, proporcionar los datos siguientes:	
a) Número de vehículos	<u>4 vehículos</u>
b) Tipo de vehículo	<u>tipo pick-up, camión de 5 toneladas, camión de volteo, retroexcavadora</u>
c) sitio para estacionamiento y área que ocupa	<u>Dentro del predio, en u área de 50.0 m²</u>
d) Horario de circulación vehicular	<u>Según necesidades de movilización pero principalmente en horario de trabajo</u>
e) Vías alternas	<u>Ninguna</u>
IX. EFECTOS SOCIALES, CULTURALES Y PAISAJÍSTICOS	
ASPECTOS CULTURALES	
IX.1 En el área donde funciona la actividad, existe alguna (s) etnia (s) predominante, cuál?	<u>Ninguna en mayoría.</u>

20 Calle 28-58, zona 10, Edificio MARN. Ciudad Guatemala. Teléfono (502) 2423-0500

 @marngt
 /marngtambiente

www.marn.gob.gt



Continuación del anexo 2.



DIRECCION DE GESTION AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL – DIRECCION DE COORDINACIÓN NACIONAL

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
RECURSOS ARQUEOLOGICOS Y CULTURALES	
IX.2 Con respecto de la actividad y los recursos culturales, naturales y arqueológicos, Indicar lo siguiente:	
a) <input type="checkbox"/> La actividad no afecta a ningún recurso cultural, natural o arqueológico	Ninguno
b) <input type="checkbox"/> La actividad se encuentra adyacente a un sitio cultural, natural o arqueológico	Ninguno
c) <input type="checkbox"/> La actividad afecta significativamente un recurso cultural, natural o arqueológico	Ninguno
Ampliar información de la respuesta seleccionada	
ASPECTOS SOCIAL	
IX.3 En algún momento se han percibido molestias con respecto a las operaciones de la empresa, por parte del vecindario? SI () NO (X)	
IX.4 Qué tipo de molestias?	
IX.5 Qué se ha hecho o se propone realizar para no afectar al vecindario?	
PAISAJE	
IX.6 Cree usted que la actividad afecta de alguna manera el paisaje? Explique por qué? No se afectará ya que el predio donde se construirá está destinado para los edificios de servicio público del lugar.	
X. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD	
X.1 Efectos en la salud humana de la población circunvecina:	
a) <input type="checkbox"/> la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio	Ninguno
b) <input type="checkbox"/> la actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores	Posiblemente
c) <input type="checkbox"/> la actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores	Ninguno
d) Del inciso marcado explique las razones de su respuesta, identificar que o cuales serían las actividades riesgosas: Debido a la generación de ruido y polvo pero en una escala aceptable.	
X.3 riesgos ocupacionales:	
<input type="checkbox"/> Existe alguna actividad que representa riesgo para la salud de los trabajadores	Ninguno
<input type="checkbox"/> La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores	Los considerados para el tipo de trabajo
<input type="checkbox"/> La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores	Ninguno
<input type="checkbox"/> No existen riesgos para los trabajadores	
Ampliar información: Se consideran los riesgos usuales que se pueden generar por la actividad de construcción.	
Equipo de protección personal	
X.4 Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores? SI (X) NO ()	
X.5 Detallar que clase de equipo de protección se proporciona: Esencialmente guantes apropiados para las actividades, lentes para protección visual, ropa adecuada para los trabajos, mascarillas para protección respiratoria, tapones auditivos desechables.	
X.6 ¿Qué medidas ha realizado ó que medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores? Proporcionar mascarillas o tapones auditivos para quien lo necesite.	

20 Calle 28-58, zona 10, Edificio MARN. Ciudad Guatemala. Teléfono (502) 2423-0500

@marngt

/marngtambiente

www.marn.gob.gt

Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. Fecha: 10 de septiembre de 2015.